S.06(49.3) B1
c.1

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A.M.N.H.
1922

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

7/30/1921 collated OK

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

TOME VINGT ET UNIÈME

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

2-85385 Aug. 3

LA FIGURE

DU

GLOBE TERRESTRE

Après tant d'efforts dépensés par les astronomes et les géodésiens en vue de la détermination de la figure du globe, il semble que rien ne devrait être aujourd'hui mieux connu que cet élément. De fait, si l'on ouvre certains traités didactiques, il ne paraîtra pas qu'aucun doute puisse subsister à ce point de vue ; car la forme de l'ellipsoïde terrestre y est indiquée avec une précision suprême, comme une de ces données numériques auxquelles l'avenir ne peut plus apporter que d'insignifiantes corrections.

Cependant, en face de ce qu'on pourrait appeler les géodésiens satisfaits, se complaisant dans une œuvre qu'ils considèrent comme achevée, une autre école se dresse, représentée surtout en Allemagne, qui ne craint pas de mettre en question plusieurs des résultats acquis. A l'entendre, des causes d'erreur importantes ont été négligées, qui doivent faire peser sur beaucoup de mesures une légitime suspicion. Pour quelques-uns, la preuve serait déjà faite d'irrégularités considérables, au moins par leur valeur relative, dans la forme de l'ellipsoïde océanique.

D'autres, sans être aussi affirmatifs, croient du moins qu'on s'est trop pressé d'en présenter la détermination comme définitive, et qu'il y a lieu de la reprendre conformément à un programme nouveau, où l'on mènerait de front plusieurs catégories de mesures, destinées à se compléter et à s'éclairer les unes les autres. De plus, la question est sortie du domaine de la géodésie pure pour entrer dans celui de la géologie. On en est venu à soupçonner que bien des déplacements d'anciens rivages, jusqu'alors interprétés comme l'indice certain de mouvements successifs du sol, pourraient recevoir une autre explication, conciliable avec l'immobilité de l'écorce terrestre et réclamant seulement une modification de forme du sphéroïde marin. De cette façon le débat s'est élargi et l'intérêt s'en est accru. Aussi avons-nous pensé que les lecteurs de la *Revue* nous sauraient gré de leur présenter, en quelques pages, un aperçu de l'état de la question.

L'idée de définir mathématiquement la figure du globe terrestre doit sembler étrange, au premier abord, à celui qui, n'allant pas au delà de l'observation journalière, se rend compte des inégalités dont la surface de notre planète est affectée. Mais ces inégalités perdent bien vite toute signification quand on compare leur valeur absolue avec celle du rayon terrestre. On trouve en effet que les plus hautes montagnes, comme aussi les plus grandes profondeurs océaniques, ne représentent pas la septcentième partie de ce rayon. Encore ces chiffres extrêmes s'appliquent-ils à des points singuliers de l'écorce; et l'ensemble des continents, si le relief y était uniformément réparti, ne ferait qu'une saillie de cinq à six cents mètres au-dessus d'un globe de six mille trois cent soixante-six kilomètres de rayon, soit, en valeur relative, environ *un dix-millième*. Une si minime différence est absolument insensible à l'œil; il serait impossible de la mettre en

évidence sur un dessin quelconque, et dès lors notre terre, s'il était possible de la voir de loin, se présenterait dans les mêmes conditions que les autres planètes, c'est-à-dire comme un disque régulier, parfaitement arrondi.

Or les disques planétaires se prêtent à des mesures précises. On a pu définir la figure de la plupart d'entre eux et apprécier la quantité, d'ailleurs très variable d'un astre à l'autre, dont elle s'écarte d'un cercle parfait. De plus, pour chaque planète, cet écart a toujours paru constant, sous quelque aspect qu'elle se montrât à nous dans son mouvement de rotation. De là cette idée bien naturelle, que la terre, elle aussi, doit être un solide de révolution, de forme ellipsoïdale et que, pour en déterminer la vraie figure, il doit suffire d'en bien connaître une ellipse méridienne. Même, les diverses ellipses méridiennes devant, *à priori*, être identiques, il n'est pas besoin d'en chercher une qui puisse être mesurée d'une manière continue entre le pôle et l'équateur. Il suffit de déterminer, sous diverses latitudes, des portions d'arc de méridien de longitude quelconque et d'introduire leur valeur dans la formule générale de l'ellipse génératrice.

Le principe des mesures est donc le suivant. On détermine astronomiquement, par la différence des hauteurs du pôle au-dessus de l'horizon, les latitudes de deux points situés sur un même méridien. On mesure ensuite, par les procédés géodésiques, la distance *réelle* qui sépare ces deux points, en la rapportant uniformément au niveau de la mer. A différence de latitude égale, cette distance devrait être la même partout, si la terre était exactement sphérique. La forme ellipsoïdale du méridien se traduit par l'augmentation constante de la longueur du degré à mesure qu'on se rapproche des pôles, et la valeur de cette augmentation fait connaître l'élément fondamental de la figure du globe, c'est-à-dire l'*aplatissement*.

Ce n'est pas ici le lieu de présenter l'intéressante histoire des mesures d'arcs, ni de rappeler les péripéties

du début, alors que les résultats acquis étaient encore assez incertains pour légitimer une dispute entre deux écoles rivales, dont l'une croyait le globe aplati aux pôles, tandis que l'autre le voulait renflé dans la même direction. Ce débat fut définitivement tranché au milieu du dix-huitième siècle, par la comparaison de l'arc du Pérou avec celui de la Laponie. Dès lors l'aplatissement polaire ne fut plus mis en doute, et l'on s'appliqua seulement à le déterminer avec une précision toujours croissante. En 1799, la commission instituée pour l'établissement de la valeur du mètre admit que l'aplatissement (c'est-à-dire le rapport au grand axe terrestre de la différence entre le grand axe et le petit axe de l'ellipse méridienne) était de $\frac{1}{334}$. Plus tard, de nouvelles mesures firent adopter à Bessel le chiffre de $\frac{1}{299}$. Enfin aujourd'hui, en combinant avec les anciennes déterminations celles qui ont été exécutées plus récemment au Cap, en Russie et dans les Indes, on est arrivé au chiffre de $\frac{1}{292}$, lequel, d'après MM. Clarke et Faye, devrait être considéré comme exact *à une unité près du dénominateur*.

Tel est donc l'aplatissement *moyen* du globe terrestre. Mais en résulte-t-il que la surface océanique ait vraiment une figure mathématique régulière? Cette conclusion serait légitime si les diverses mesures ne présentaient pas d'écarts notables. Tel n'est pas le cas, et l'on doit reconnaître que, suivant celles des mesures que l'on combine ensemble, on arrive, pour l'aplatissement, à des valeurs très sensiblement différentes, sans que ces divergences puissent être mises sur le compte des erreurs d'observation. Il semble donc que, même en écartant les inégalités du relief et en ne considérant que la surface des mers, supposée partout prolongée, l'ellipsoïde océanique soit affecté de déformations capables de rendre très inégales entre elles ses diverses ellipses méridiennes, de telle sorte qu'il différerait notablement d'une surface de révolution.

A l'appui de cette manière de voir, on peut encore

invoquer les observations faites à l'aide du pendule. On sait que cet instrument oscille sous l'influence de la gravité et que, pour le régler de telle sorte qu'il batte exactement la seconde, il faut lui donner une longueur d'autant plus grande, que l'intensité de la pesanteur est elle-même plus forte. Ainsi le pendule à secondes, réglé pour les latitudes moyennes, a besoin d'être raccourci à l'équateur et allongé dans les régions polaires. Dans le premier cas, la pesanteur est moindre parce qu'on est plus éloigné du centre de gravité du globe; dans le second, pour le motif inverse, il y a augmentation de la puissance de la gravité. C'est pourquoi la comparaison des longueurs du pendule à secondes en divers points peut suffire à faire connaître la figure du sphéroïde terrestre, en indiquant les distances proportionnelles des points de la surface au centre attirant.

Or, si la forme ellipsoïdale était régulière, partout, sous la même latitude, le pendule à secondes, observé au niveau de la mer, devrait avoir la même longueur. Ce n'est pas ce qu'on observe et, soit dans l'intérieur des continents, soit sur les rivages maritimes, l'étude des oscillations pendulaires fait ressortir des anomalies parfois très frappantes. D'une manière générale, on peut dire que, sur les îles situées en plein océan, le pendule accuse *un excès de pesanteur*. Par exemple, à Calcutta, le pendule exécute trois oscillations de moins, par vingt-quatre heures, que sur l'île Minicoy, dans les Maldives. Pourtant, cet archipel étant plus voisin de l'équateur, la pesanteur y devrait être moins forte. A Madras, la diminution s'élève à près de cinq oscillations. L'écart est encore bien plus fort aux îles Bonin, situées à moitié chemin entre le Japon et les îles Mariannes. En ce point, la différence, relativement aux côtes asiatiques voisines, atteint quatorze oscillations. D'une manière générale, d'après les chiffres donnés par les auteurs allemands, il y aurait en moyenne, sur les îles placées en plein océan, neuf oscil-

lations de plus, par jour, que sur les rivages des continents ou sur les îles placées dans le voisinage immédiat de ces derniers.

En vain chercherait-on à expliquer cet excès en faisant remarquer que la densité de la portion immergée, dont l'île représente la pointe, est plus forte que celle de la mer voisine; de telle sorte que son action attractive propre intervient à part et en supplément de celle du globe concentré en son centre. Le cas est absolument le même pour les côtes des continents. Là aussi, et dans une plus forte mesure, il y a une masse immergée de terre ferme qui attire le pendule pour son propre compte. Puis donc que, sur les îles bien isolées, le pendule oscille *plus vite qu'à latitude égale sur les rivages des continents,* cela ne peut provenir que d'un excès d'attraction dû à la situation de l'île elle-même. Il faut donc admettre qu'en ce point la surface marine est plus rapprochée du centre qu'elle ne l'est au voisinage des continents, autrement dit que le sphéroïde océanique est renflé autour de la terre ferme et déprimé au milieu des mers. Quant à la valeur de ces dépressions, elle ne serait nullement négligeable. D'après un géodésien allemand, M. Fischer, une différence d'une oscillation par vingt-quatre heures, dans le pendule, correspond à une différence de distance au centre de 122 mètres, et ce chiffre est bien voisin de celui de 119, obtenu par M. Hann. Par suite, au centre des grands océans, pour une différence moyenne de neuf oscillations, la surface océanique serait déprimée d'environ *un millier de mètres.* Or, l'aplatissement de $\frac{1}{292}$ correspondant à peu près à 21 ou 22 kilomètres, une telle différence ne serait point à dédaigner.

Mais à quoi cette déformation doit-elle être attribuée? Il n'y a pas de doute que ce soit à l'attraction exercée sur la masse liquide par les portions émergées de l'écorce. Il y a longtemps qu'on sait qu'une montagne isolée agit pour son propre compte sur le fil à plomb, indépendamment de

l'attraction totale du globe et produit, sur la verticale, une déviation sensible. Au milieu du dix-huitième siècle, cette déviation a été utilisée au mont Schehallion, dans le Perthshire, pour la mesure de la densité du globe terrestre.

Or, si le fil à plomb est dévié, l'horizontale, qui lui est perpendiculaire, doit l'être aussi. Par suite la surface des mers, dans le voisinage d'une ligne de relief brusque, ne peut manquer de subir une déformation, qui l'élève au-dessus de son niveau normal. Donc, théoriquement, dans une section du globe parallèle à l'équateur, lorsqu'elle rencontre à la fois de la terre ferme et de la mer, la surface de cette dernière, au lieu de dessiner un cercle parfait, doit se décomposer en une série d'éléments courbes non circulaires, relevés sur les bords et déprimés au centre. Dès lors les ellipses méridiennes, très inégalement affectées par cette cause, ne doivent pas être semblables entre elles.

Mais, si cette déduction est théoriquement incontestable, il reste à savoir dans quelle mesure la surface océanique peut différer d'un ellipsoïde de révolution. Ce point est affaire de calcul et, les lois de l'attraction étant bien connues, il semble qu'il doive être facile de trouver une formule exprimant l'action exercée sur la mer par un massif continental d'amplitude déterminée. C'est ainsi qu'en 1842 un physicien français, Saigey, avait calculé que le niveau de la mer, au voisinage des côtes, devait être relevé, en moyenne, de 36 mètres en Europe, de 144 mètres en Asie, de 172 mètres en Afrique, de 54 dans l'Amérique du Nord et de 76 dans l'Amérique du Sud.

Les idées de Saigey n'avaient pas reçu, lors de leur apparition, l'accueil qu'elles semblaient mériter. En 1868, la question fut reprise par M. Ph. Fischer, dans un important mémoire publié à Darmstadt (1). M. Fischer s'attacha d'abord à la critique des calculs à l'aide desquels on avait

(1) *Untersuchungen über d. Gestalt der Erde.*

généralement procédé à la combinaison des mesures d'arcs. Il chercha à montrer que la méthode des moindres carrés, telle qu'elle était habituellement appliquée, avait pour principal effet de confondre les erreurs d'observation avec les irrégularités inhérentes au phénomène étudié. Analysant avec rigueur le fait de la déviation du fil à plomb, il fit voir qu'à côté de déviations locales et exceptionnelles, dues à une saillie brusque et facilement enregistrées, d'ordinaire, par les observations géodésiques, il y en avait d'autres, plus générales, simplement causées par le contraste réciproque des masses continentales et des eaux océaniques, lesquelles, le plus souvent, devaient passer inaperçues. Tel serait, suivant M. Fischer, le motif pour lequel la grande triangulation indienne a donné le curieux résultat que l'on sait, c'est-à-dire que le massif de l'Himalaya semble sans action sur la verticale. Tenant compte de ce nouvel élément, M. Fischer refit les calculs relatifs à l'attraction des continents et trouva qu'en moyenne elle devait produire une déviation de 70 à 80 secondes, correspondant à une surélévation littorale comprise entre 560 et 640 mètres.

En 1873, M. Listing (1), entrant dans ces vues, créa le mot de *géoïde* pour désigner la surface ellipsoïdale déformée par l'attraction de la terre ferme. Enfin, trois ans plus tard, M. Bruns (2) publiait, sous les auspices de l'Institut géodésique de Prusse, un important mémoire où il établissait, par des calculs faisant intervenir les intégrales elliptiques, qu'un continent pouvait provoquer des différences *de plus de mille mètres* entre le niveau réel de la mer et l'ellipsoïde théorique.

La coïncidence de ce résultat avec celui que donnent les observations du pendule semblerait de nature à entraîner une adhésion unanime. Il n'en est rien pourtant et plusieurs géodésiens, à la tête desquels se place M. Faye,

(1) *Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wissensch.*, Göttingen (1873),
(2) *Die Figur der Erde*, Berlin, 1876.

de l'Institut de France, persistent à soutenir que les déformations du géoïde sont tout à fait négligeables. S'appuyant sur la comparaison de certaines latitudes géodésiques avec les latitudes des mêmes lieux déterminées astronomiquement, ils établissent, pour la déviation de la verticale, des chiffres très faibles, inférieurs même, parfois, à ce que le calcul ferait prévoir. Tel est le cas pour Nice où, d'après les observations de M. Hatt, même en diminuant autant qu'il est possible la densité des roches qui composent le massif des Alpes, on trouve que ce massif est loin de produire, sur le fil à plomb, la déviation que la théorie indique.

Nous pourrions entreprendre de rechercher si les déterminations géodésiques fournissent bien, pour ce genre de vérifications, une base suffisamment solide. Car les triangles des géodésiens ont besoin d'être réduits à l'horizon, et cette réduction ne peut être exactement effectuée que si l'horizontale est connue avec précision. Que l'horizontale soit déviée et la correction cesse d'être rigoureuse. Mais on nous répondrait sans doute que cette erreur ne porte que sur des quantités infiniment petites relativement à celles qu'il s'agit d'apprécier, et d'ailleurs nous ne nous sentons pas suffisamment armé pour intervenir dans une dispute entre géodésiens. C'est pourquoi, nous bornant à prendre acte de ce désaccord, nous insisterons sur un autre ordre d'arguments.

M. Faye, qui croit à l'exactitude des mesures d'arcs, ne conteste pas les variations du pendule et, notamment, l'excès d'attraction que cet instrument révèle dans les parties centrales des océans. Mais l'éminent astronome en cherche la raison dans un excès de densité de l'écorce au-dessous des mers, et voici comment il explique cet excès :

On sait, par l'expérience des sondages sous-marins, que partout, dans l'Atlantique et le Pacifique, la température du fond de la mer est très basse. Au-dessous d'une

couche superficielle de peu d'épaisseur, toute la masse des océans est à une température qui s'abaisse, avec la profondeur, de quatre degrés à zéro et même au-dessous : car la congélation de l'eau de mer ne se fait qu'à près de deux degrés au-dessous de zéro. La cause de ce refroidissement est aujourd'hui bien connue. Elle réside dans la libre communication des mers avec les régions antarctiques, ce qui permet l'accès, presque sous l'équateur, des eaux que le voisinage du pôle a refroidies et fait tomber au fond, en vertu de l'accroissement de densité produit par ce refroidissement. Cet état de choses existe depuis qu'il y a de la glace aux pôles. Par conséquent, tandis que règne, à la surface des continents, une température moyenne très supérieure à zéro, la surface de l'écorce, sous les mers, est constamment refroidie par le contact d'une masse capable de lui enlever, avec le temps, beaucoup de chaleur.

D'après M. Faye, ce refroidissement se transmet de proche en proche, par conductibilité, jusqu'à la base de l'écorce, qui baigne dans le noyau fluide. Ce dernier en subit donc l'influence, assez pour que sa partie supérieure prenne l'état solide et s'incorpore à la croûte déjà formée, qui devient plus épaisse. Or les roches, comme la plupart des corps connus, doivent éprouver une certaine condensation en passant de l'état liquide à l'état solide. Donc, pour une profondeur donnée, ce qui existe sous les mers doit être plus dense que ce qu'il y a sous les continents et de là résulte l'excès de pesanteur constaté par le pendule.

Déjà cette conclusion pourrait prêter à quelque contestation ; car nous connaissons très mal ou, pour mieux dire, nous ignorons tout à fait ce que peut être l'état physique de la base de l'écorce ; à tel point que, de nos jours, nombre de savants professent l'opinion, qu'à part quelques cavités remplies de matières fondues, la terre est tout entière à l'état solide. Mais en admettant même, comme nous le faisons volontiers à la suite d'Élie de Beaumont et

de tant de maîtres éminents, l'existence d'un noyau liquide recouvert par une croûte, comment affirmer que cette croûte, parcourue par de nombreuses crevasses, ne renferme pas assez de vides pour compenser le léger accroissement de densité que sa consolidation aurait produit? Ainsi l'hypothèse qui fait le fonds de la théorie de M. Faye est fort loin de pouvoir s'imposer comme une vérité démontrée.

Cependant nous ne chercherons pas à nous prévaloir de cet argument et, admettant qu'un excès d'épaisseur entraîne un accroissement de densité et, par suite, de pesanteur, nous nous demanderons s'il est possible que la circulation des eaux froides océaniques ait produit un pareil résultat.

Rien n'est mieux connu que la mauvaise conductibilité des roches. Il suffit de se rappeler qu'on peut cheminer sans difficulté sur la croûte refroidie d'un courant de lave, alors que la roche fondue bouillonne encore à quelques décimètres au-dessous, et que la lave de l'Etna peut couler par-dessus des champs de neige sans les fondre, pourvu qu'elle en soit séparée par une couche de petites pierres et de cendres. L'expérience montre qu'à Paris, un changement dans la température moyenne met trente-huit jours à se propager à travers une tranche de sol d'un mètre d'épaisseur et que, à dix mètres au-dessous de la surface, toute variation thermométrique de l'air extérieur devient absolument insensible.

Cela posé, il convient de se rappeler qu'à l'époque où la glace a envahi les pôles, l'écorce terrestre devait déjà avoir une épaisseur considérable. La botanique fossile nous enseigne qu'au milieu des temps tertiaires, les régions immédiatement voisines du pôle arctique possédaient une riche végétation, de caractère essentiellement tempéré, qui certes ne se serait pas accommodée du voisinage des glaces. Or c'est évidemment faire une évaluation très modérée que de supposer qu'à cette époque la croûte

solide ne devait pas avoir moins de vingt mille mètres d'épaisseur.

Représentons-nous donc cette écorce de vingt kilomètres, jouissant à la surface, au début des temps tertiaires, d'une température d'environ vingt degrés (c'est le minimum des régions tropicales), tandis qu'à sa base régnerait une chaleur d'à peu près deux mille degrés, nécessaire pour la fusion des roches. Comment imaginer que, la température superficielle venant à s'abaisser progressivement de vingt degrés à zéro, un tel changement ait pu produire, même après des millions d'années, une influence appréciable jusqu'à la base?

On sait que partout la température croît régulièrement avec la profondeur et, d'après le taux moyen de l'accroissement constaté (qui est d'un degré centigrade pour trente à trente-sept mètres), on a pu calculer le *flux de chaleur* qui traverse constamment l'écorce par le fait de l'existence du foyer interne. C'est ainsi qu'on a établi que ce flux ne contribuait pas à l'entretien de la température extérieure pour plus de *un trentième de degré*. Renversons le calcul et, partant de cette donnée, demandons-nous pour quelle part une température de zéro pourrait contribuer à la diminution de la chaleur qui règne sous les vingt kilomètres d'écorce. La réponse n'est-elle pas faite d'avance ?

Mais cette réponse, nous n'en sommes pas réduits à la conjecturer. On peut dire qu'elle se trouve, exprimée en chiffres, dans le sol sibérien. Là règne, aux environs d'Iakoutsk, une température atmosphérique si basse, que la moyenne annuelle est seulement de dix degrés au-dessous de zéro. Le sol est constamment gelé dans la profondeur, et seule une mince couche superficielle profite en été de l'action réchauffante du soleil. Or, en 1836, un riche négociant d'Iakoutsk, voulant utiliser le fait déjà bien connu de la chaleur interne, fit creuser un puits dans l'espérance d'atteindre une zone où l'eau existerait à l'état liquide. Dans ce puits, qui fut poussé jusqu'à 115 mètres de

profondeur, la température s'était progressivement élevée *de moins dix degrés à moins six dixièmes de degré.* On abandonna l'entreprise, parce qu'une aussi grande profondeur eût rendu le puits inutilisable pour le but qu'on s'était proposé; mais un peu plus tard, dans la steppe Katchongin, un autre puits atteignait l'eau, et même l'eau jaillissante, à la profondeur de 126 mètres.

Donc, au-dessous du sol constamment gelé de la Sibérie, la température passe, en cent vingt-six mètres, de moins dix degrés à zéro. L'accroissement est ainsi d'un degré par douze mètres et demi, c'est-à-dire *trois fois plus rapide que pour les régions tempérées.* Qu'en faut-il conclure, sinon qu'un grand froid superficiel n'agit que sur les tranches immédiatement voisines de l'extérieur, qu'il a pour effet d'y rapprocher considérablement les surfaces successives d'égale température ou *isogéothermes*, et cela de telle sorte qu'au delà d'une certaine profondeur l'influence exercée doit devenir absolument négligeable ?

En vain dirait-on que cette action, si faible qu'elle puisse être, a dû se prolonger pendant des millions d'années. D'abord cela n'est nullement prouvé, si l'apparition des glaces aux pôles a été aussi tardive que nous sommes personnellement porté à le croire. Ensuite ce n'est pas d'une action faible qu'il est ici besoin, et il ne suffit pas d'admettre, d'une façon générale, un refroidissement de l'écorce jusqu'à sa base. Il faut encore que ce refroidissement ait pour conséquence un *notable* accroissement d'épaisseur. Mais qui ne sait que l'augmentation de densité produite par la solidification n'affecte que les *centièmes* dans la valeur du poids spécifique? Par suite, pour que le surcroît d'épaisseur produise sur le pendule l'effet que nous avons défini, c'est-à-dire soit l'équivalent d'une tranche de *mille mètres*, il faut que le *flux de froid* déterminé par le contact des eaux glacées soit beaucoup plus fort qu'il ne nous est possible de l'imaginer.

Remarquons d'ailleurs que, s'il était permis d'admettre

le refroidissement de la croûte jusqu'à sa base, les régions marines ne devraient nullement en avoir le privilège. Bien au contraire, il faudrait le réclamer, ce privilège, en faveur des régions continentales des hautes latitudes et notamment de la Sibérie du nord, où, comme nous le disions précédemment, la moyenne annuelle est inférieure de *dix degrés* à la température du fond des océans. Aussitôt qu'il y a eu de la glace aux pôles, et avant même que cette influence eût refroidi peu à peu la masse des océans, les conditions de froid dont nous parlons se sont établies en Sibérie, et comme l'air, par sa mobilité, est un véhicule au moins aussi efficace que l'eau pour le transport de la chaleur, l'écorce, sous les plaines sibériennes, a dû se trouver dans des circonstances encore plus défavorables que sous l'Atlantique ou le Pacifique. C'est donc là qu'on devrait observer, dans la marche du pendule, une accélération exceptionnelle, dont il faut bien reconnaître que jusqu'ici les observateurs n'ont eu aucun soupçon. Et si la théorie était admissible, au-dessous d'un pays comme la Russie, où, du sud au nord, la moyenne annuelle s'abaisse de *trente-cinq degrés*, l'écorce devrait présenter une augmentation continue d'épaisseur et le pendule une accélération non moins continue.

Laissons donc en paix l'écorce terrestre, qui sans nul doute se soucie aussi peu à sa base du contact des eaux froides, que Gulliver se souciait des efforts des Lilliputiens pour lui arracher les cheveux, et constatons dès lors que le fait indéniable de l'accélération pendulaire sur les océans entraîne, comme conséquence, une dépression sensible de la figure ellipsoïdale du sphéroïde océanique.

Ce fait admis, il sera difficile de se refuser à reconnaître, avec M. Bruns, que toutes les mesures d'arcs jusqu'ici effectuées ne peuvent être considérées que comme des travaux préparatoires. Plusieurs d'entre elles, en raison même de leur amplitude, ont dû laisser échapper les variations dues à l'attraction continentale, et on ne peut attendre de résul-

tats exacts que d'un procédé qui combinerait trois catégories distinctes de mesures, conformément au programme suivant :

La terre peut être regardée comme un polyèdre pourvu d'un grand nombre de facettes. A l'aide d'observations astronomiques et géodésiques, il est possible de définir la forme et les dimensions de chaque facette plane, ainsi que son inclinaison relativement à l'axe des pôles. Cela fait, un nivellement de précision donnera l'altitude des sommets du polyèdre et, en appliquant une formule que M. Bruns a fait connaître, on pourra, de ces altitudes, déduire la distance des points correspondants à un certain *géoïde*, considéré comme surface de comparaison, pourvu que l'on ait préalablement déterminé l'intensité de la pesanteur aux points en question.

Cette détermination de la pesanteur se fait sur la terre ferme à l'aide du pendule. Il serait bien désirable de pouvoir effectuer la même mesure au-dessus des mers. Ce serait chose facile, si le *bathomètre* de M. Siemens pouvait donner des résultats suffisamment précis. Cet ingénieux instrument, fondé sur l'enregistrement des variations qu'éprouve le poids d'une colonne de mercure, a été imaginé par son auteur en vue de l'évaluation de la profondeur des mers. En chaque point de l'Océan, sur un même parallèle supposé circulaire, l'intensité de la pesanteur se montre d'autant moindre que la profondeur d'eau est plus grande ; car, dans ce cas, une colonne de matière solide, de densité égale à 2,5 ou 3, se trouve remplacée par une égale colonne d'eau de mer, de densité peu supérieure à 1. Dès lors le changement de profondeur doit se traduire par une variation dans le poids du mercure. Mais il est beaucoup plus sûr (puisque le parallèle océanique ne peut pas être exactement circulaire) de se servir du bathomètre uniquement pour apprécier l'intensité de la pesanteur. Si, en même temps, on mesure directement à la sonde la hauteur de la colonne d'eau, on aura de précieux éléments

pour la connaissance de la forme de la surface marine. Malheureusement, il ne paraît pas que l'instrument de M. Siemens soit suffisamment approprié à ce but, et il nous reste à souhaiter que l'habileté des constructeurs y ait pourvu avant la reprise des grandes campagnes d'explorations sous-marines, telles que celles du *Challenger* et du *Talisman*.

Le *desideratum* qui vient d'être formulé n'est pas le seul dont la solution soit nécessaire pour qu'on puisse connaître exactement la figure du globe. Il en est un autre, sur lequel il ne semble pas que l'attention des géodésiens ait été suffisamment appelée jusqu'ici. Nous voulons parler de l'inconnu qui pèse sur la véritable forme de l'hémisphère austral.

En effet, lorsqu'on parle de l'aplatissement *du globe*, on oublie que, même en supposant le géoïde exempt de déformations notables, on ne possède de données un peu précises que relativement à l'*hémisphère boréal;* et cela par l'excellente raison que la terre ferme y est presque exclusivement concentrée. C'est là seulement, en Russie et en Asie, que les grandes mesures d'arcs ont été effectuées. On en a bien fait une au Cap, dans l'Afrique australe. Mais cette colonie ne s'étend pas au delà du *trente-huitième parallèle*. Seule, la pointe australe de l'Amérique atteint le cinquante-sixième degré, mais dans des conditions tout à fait défavorables pour des observations géodésiques, tant à cause des brouillards et de l'inclémence du climat que par suite des perturbations que pourrait occasionner le voisinage du prolongement de la chaîne des Andes. En tous cas, possible ou non, l'observation géodésique est encore à faire en Patagonie et, jusqu'ici, on ne possède absolument aucun document relatif à la forme de l'hémisphère austral au delà du trente-huitième degré.

Or nous n'apprendrons rien à personne en rappelant que, quand une ellipse est peu différente d'un cercle, son aplatissement ne commence à se prononcer que dans les

hautes latitudes. Pour toute mesure effectuée entre l'équateur d'une telle ellipse et le parallèle de 45 degrés, les erreurs d'observation risquent fort d'être d'un ordre supérieur aux écarts qu'il s'agit d'apprécier. Par conséquent il n'est pas excessif de dire que la mesure effectuée au Cap ne peut rien prouver, ou du moins qu'elle est absolument insuffisante pour qu'on puisse en conclure l'identité de figure des deux hémisphères.

Mais, demandera-t-on peut-être, pourquoi supposer que le globe soit dyssymétrique? Parce que, répondrons-nous, cette dyssymétrie s'accuse partout dans la conformation de notre planète. On sait que, si l'on prend pour pôle un point situé à peu de distance de Cologne, on peut former un hémisphère contenant, en surface, parties égales d'eau et de terre ferme, tandis que l'hémisphère opposé renferme huit parties d'eau pour une de terre émergée. De plus, c'est à peine si *un vingtième* de la superficie continentale du premier a, dans le second, ses antipodes représentés par de la terre ferme. On peut donc dire que le trait dominant de la géographie terrestre, c'est l'opposition diamétrale presque constante d'un relief continental à une dépression maritime. Il est donc très vraisemblable que la dépression indiquée par la mer polaire arctique a sa contre-partie, au pôle opposé, dans une saillie formant un continent antarctique. On s'expliquerait bien ainsi l'immense accumulation des glaces au delà du cercle polaire austral, les banquises devant trouver un point d'appui facile dans cette masse de terre ferme dont les volcans Erebus et Terror doivent faire partie. Or l'existence d'un tel continent pourrait modifier singulièrement la forme des ellipses méridiennes de l'hémisphère austral.

A moins donc que les astronomes n'établissent par des calculs péremptoires, tirés de l'observation des mouvements de la lune, l'impossibilité d'une différence notable dans l'aplatissement des deux hémisphères, nous tenons cette différence pour possible et, par suite, nous n'admet-

tons pas que l'aplatissement *du globe entier* puisse être actuellement considéré comme connu.

La question offre une grande importance à divers points de vue. Pour n'en signaler qu'un, nous rappellerons qu'un mathématicien distingué, M. Éd. Roche, avait montré qu'un aplatissement sensiblement supérieur à $\frac{1}{300}$ serait incompatible avec l'existence d'un noyau fluide. Dès lors, la valeur admise de $\frac{1}{292}$ semblerait exclure l'idée, si longtemps admise, de la liquidité intérieure de notre planète. Or, sans discuter la légitimité des applications qu'on fait trop volontiers des considérations mathématiques à la masse très complexe et très mal connue de notre terre, il nous paraît que la conclusion de M. Roche peut être écartée par ce seul fait qu'elle applique au globe tout entier un chiffre qui n'est pas vrai, ou du moins qui n'est démontré que pour l'hémisphère septentrional.

Jusqu'ici nous avons envisagé la question au seul point de vue de la géodésie et de la physique. Nous allons maintenant aborder un autre ordre d'idées, en montrant la signification géologique que pourraient avoir certaines déformations de la surface océanique.

Le relief du globe a subi, à travers les âges, des modifications parfois très considérables. Les changements d'assiette de l'écorce ont suffi, à eux seuls, pour amener des déplacements dans les lignes de rivage. Mais, s'il est vrai que les massifs émergés provoquent, pour leur compte, une surélévation des océans voisins, les modifications survenues dans la masse de la terre ferme ont dû entraîner, dans le niveau de la mer, des variations correspondantes. La géologie nous offre-t-elle quelque trace de ces variations? C'est ce qu'il nous reste à examiner.

Dans les contrées septentrionales de notre hémisphère, notamment en Écosse et en Scandinavie, on observe fréquemment, sur les côtes découpées par de profondes

échancrures ou *fjords*, des terrasses horizontales de graviers, étagées à diverses hauteurs au-dessus du niveau actuel de la mer. Les matériaux de ces terrasses ne laissent aucun doute sur leur origine. Ce sont, ou des dépôts littoraux, ou des alluvions versées par des torrents dans la mer. Plusieurs renferment des coquilles marines, et chacun de ces dépôts atteste que la mer a séjourné quelque temps au niveau correspondant. Outre ces terrasses, on observe aussi, sur certaines côtes rocheuses, des *lignes de rivage*, c'est-à-dire des incisions ou cannelures horizontales, évidemment dues au travail de la gelée à une époque où la mer se tenait à cette hauteur et où le jeu de la marée laissait, pendant quelques heures, les rochers humides exposés à l'action des intempéries.

Pendant longtemps les terrasses de la Scandinavie ont passé pour des preuves irrécusables des oscillations de l'écorce terrestre. Au début, observant que ces terrasses étaient d'autant plus nombreuses qu'on allait plus loin vers le nord, qu'à un certain moment elles cessaient de se poursuivre et qu'enfin, plus au sud, la contrée semblait en voie de submersion de plus en plus sensible, on a cru que le sol de la Scandinavie obéissait à un mouvement de bascule. L'axe de ce mouvement devait passer par Kalmar et le sol se soulevait au nord, provoquant l'émersion du fond du golfe de Bothnie, tandis qu'au sud la Scanie tendait à s'abîmer sous les flots.

Cependant des observations plus récentes avaient révélé, dans le phénomène, bien des irrégularités, inexplicables dans l'hypothèse d'un mouvement général de l'écorce. Il aurait fallu alors imaginer qu'en Scandinavie, la croûte solide était découpée en compartiments, capables de se mouvoir indépendamment les uns des autres, ceux-ci de bas en haut, ceux-là de haut en bas, et toujours suivant le sens de la verticale; car les terrasses ne présentent pas, en général, d'inclinaisons appréciables.

Une telle hypothèse est bien difficile à admettre. Mais

il ne suffit pas de la rejeter comme improbable. Il faut pouvoir y substituer une explication plus plausible. C'est ce qu'a fait un savant allemand, M. A. Penck, en utilisant les excellentes observations de M. Pettersen.

D'après ce dernier, les terrasses ou les lignes de rivage qui bordent un fjord se montrent à des niveaux d'autant plus élevés qu'on s'éloigne davantage de l'embouchure. De cette façon, leur réunion forme un escalier qui monte vers l'intérieur. On est ainsi conduit à cette idée, que leur formation a marché du dedans au dehors, et qu'il a dû se produire un abaissement graduel, continu ou par saccades, du rivage maritime le long duquel se déposaient les terrasses, à des moments où certaines circonstances physiques en favorisaient plus particulièrement la production.

Enfin, et c'est là un fait capital, partout il existe une relation intime entre ces phénomènes et l'ancienne extension des glaciers scandinaves. Ainsi les terrasses montent jusqu'à 200 mètres d'altitude aux environs de Christiania et de Trondheim, tandis que, plus au nord, elles n'atteignent jamais une semblable hauteur. Or les parallèles de 60 à 63 degrés encadrent justement la partie la plus haute de la Norwège, celle qui, d'après son altitude et sa configuration, a dû porter autrefois, comme elle le porte encore aujourd'hui, le maximum de glaces.

En voyant le phénomène des terrasses marcher de pair avec les traces de l'ancienne extension glaciaire, il n'est que naturel d'établir, entre ces deux ordres de choses, une relation de cause à effet. Prenons les chiffres des géodésiens de l'école allemande. D'après eux, un massif continental de 420 à 550 mètres d'altitude, bordé par une mer dix fois plus profonde, doit dévier l'horizontale de 107 secondes, dont 93 résultent du contraste de la densité de la terre ferme avec celle de l'océan, tandis que 14 représentent l'action propre de la masse émergée (1).

(1) Voir Penck, *Schwankungen des Meeresspiegels*, Munich, 1883.

D'après cela, si l'on admet qu'à une certaine époque le continent en question ait porté une épaisseur de glace d'un kilomètre, ce qui représente environ 300 mètres de terre ferme d'une densité moyenne de 2,5, cette glace a dû produire une déviation propre de 11 secondes. Or M. Fischer évalue à 8 mètres la dénivellation qui correspond à une seconde de déviation. Donc, en chiffres ronds, l'ascension du niveau de la mer, dans le voisinage du continent couvert de glace, pourrait s'élever à *quatre-vingt-dix mètres.*

Il y a encore loin de là aux 200 mètres d'altitude de certaines terrasses scandinaviennes. Mais d'abord remarquons que l'épaisseur d'un kilomètre de glace a pu être sensiblement dépassée. Si l'on se souvient qu'au moment de la grande extension du phénomène, les glaces rabotaient le sol jusqu'au delà de Berlin et même jusqu'au pied du Hartz, et qu'à cette même époque les glaciers suisses, bien moins importants que ceux du Nord, dépassaient en maint endroit mille mètres d'épaisseur, il paraîtra vraisemblable que la puissance des glaces de la Scandinavie devait être énorme. Il ne faut pas oublier non plus que, dans l'application des formules relatives à l'attraction, on se place généralement dans le cas simple d'une masse attirante, située *en face* de la masse attirée. Mais les terrasses s'observent surtout dans des fjords, c'est-à-dire dans de profondes échancrures, où un bras de mer de peu de largeur était entouré de tous côtés par d'énormes masses de glace. L'action des glaces sur cette quantité d'eau limitée était donc convergente, et ne peut-on pas supposer qu'il s'y passait quelque chose d'analogue à ces phénomènes de capillarité dans lesquels un mince filet d'eau se montre si sensible à l'action attractive des parois?

Ajoutons que l'hypothèse de l'attraction glaciaire rend compte d'un fait singulier, signalé en 1838 par Bravais et qui, jusqu'à ces derniers temps, n'avait paru explicable que par un mouvement oblique de l'écorce terrestre. Bra-

vais a observé, dans l'Altenfjord, deux lignes de terrasses qui, non seulement n'étaient pas horizontales, mais encore ne demeuraient pas exactement parallèles l'une à l'autre, de telle sorte que la plus haute s'abaissait de 40 mètres pour un parcours de 100 kilomètres, tandis que, pour le même intervalle, la seconde subissait un abaissement de 13 mètres seulement. En mesure d'angles, ces dénivellations correspondent respectivement à 44 et 35 secondes.

A la vérité on a plus d'une fois émis l'opinion que Bravais avait pu se tromper et prendre, pour une seule terrasse, des dépôts en réalité discontinus et distincts. Mais cette opinion, professée pour le besoin de la cause, n'a jamais été appuyée par un essai quelconque de vérification sur le terrain. Or, si l'on veut s'en tenir aux résultats obtenus par un observateur aussi précis que l'était Bravais, une seule cause paraîtra en état d'expliquer le défaut de parallélisme des terrasses de l'Altenfjord; c'est l'attraction des glaces, dont l'effet local a dû diminuer progressivement; de façon que la première ligne de terrasses devait être, comme elle l'est réellement, plus écartée que la seconde de la surface actuelle du niveau de la mer.

Du reste, le fait de l'Altenfjord n'est plus aujourd'hui isolé, et l'Amérique du Nord vient de nous fournir un exemple du même genre, qui emprunte une importance particulière à la précision des mesures par lesquelles il a été mis en évidence. Nous voulons parler des anciennes terrasses du lac Agassiz, décrites en 1884 par M. Warren Upham, dans le onzième rapport annuel de la commission géologique de Minnesota.

L'État de ce nom est limité à l'ouest, du côté du territoire de Dakota, par un cours d'eau dirigé du sud au nord et portant le nom de Rivière Rouge du nord. C'est un affluent du lac Winnipeg, situé au Canada, et ce lac lui-même se déverse, par la rivière Nelson, dans la baie d'Hudson. De l'autre côté, au sud de la ligne de partage entre le versant de cette baie et celui de l'Atlantique,

l'échancrure où coule la Rivière Rouge du nord se prolonge en sens inverse et sert de lit à deux lacs successifs, les lacs Traverse et Big-Stone. Tous deux écoulent leurs eaux vers le sud-ouest, dans la rivière Minnesota, affluent du Mississipi.

Vers la fin de l'époque glaciaire, qui a laissé sur tout le nord de l'Amérique une si puissante empreinte, un grand lac d'eau douce, long d'environ mille kilomètres et à peine inférieur, en surface, à ce qu'est de nos jours le lac Supérieur, occupait la dépression des lacs Traverse et Big-Stone ainsi que celle de la Rivière Rouge. Profond de soixante mètres dans sa partie moyenne, ce lac devait atteindre près de 200 mètres de profondeur aux abords du lac Winnipeg. Les Américains ont donné à cette nappe lacustre de l'époque quaternaire, reconstituée par les observations des géologues, le nom de *Lac Agassiz*, en mémoire de l'illustre savant de qui les travaux ont tant contribué à faire prévaloir la théorie des glaciers quaternaires.

Tout d'abord, pour expliquer la formation temporaire de cette grande nappe d'eau douce, on n'a rien trouvé de mieux à faire que d'invoquer un mouvement du sol. Le général Warren et, avec lui, l'éminent géologue Dana ont admis qu'à l'époque quaternaire, les régions canadiennes devaient être plus hautes qu'elles ne sont aujourd'hui et former obstacle à l'écoulement des eaux venant du sud. Plus tard, le sol canadien ayant subi un affaissement, les eaux auraient repris leur cours vers le nord et le lac Agassiz se serait vidé dans la baie d'Hudson par le lac Winnipeg.

Mais, suivant la très juste observation de M. Warren Upham, une telle hypothèse est en contradiction formelle avec ce que nous enseigne l'examen des dépôts superficiels de l'Amérique septentrionale. En effet, partout, aux abords du Saint-Laurent et de la baie d'Hudson, abondent, à des hauteurs comprises entre 60 et 400 mètres au-

dessus de la mer actuelle, des terrasses de graviers avec coquilles marines. Ce sont d'incontestables dépôts de plages, preuves irrécusables du niveau, ou plutôt des niveaux que la mer atteignait à cette époque, qui justement coïncide avec celle de la formation du lac Agassiz. Il en résulte qu'au rebours de ce qu'exigerait la conception indiquée, la terre ferme devait être, relativement à la mer, plus déprimée qu'aujourd'hui sur toute la surface du Canada. Par suite, cette région ne pouvait en aucune façon faire obstacle à l'écoulement des eaux, et il faut trouver, de la formation du lac, une tout autre explication.

Or il s'en présente une, que M. Warren Upham a très bien fait valoir. Sur toute la surface du Minnesota s'étend ce dépôt de transport que les Américains et les Anglais appellent *drift*. C'est une argile, entièrement dépourvue de stratification, contenant çà et là des lentilles de sable et de gravier, et au milieu de laquelle se rencontrent, disséminées sans ordre, des pierres de diverses dimensions, les unes anguleuses, les autres roulées. Identique avec ce que les Anglais appellent *boulder-clay* (ou *argile à blocaux)*, ce drift n'est autre chose que le *terrain erratique* des régions du Nord, le même qui couvre les plaines du Brandebourg, de la Poméranie, de la Scandinavie méridionale, de la Finlande, d'une partie de la Russie, etc. L'origine de ce terrain n'est plus douteuse; c'est la moraine profonde et terminale que semait sur son passage l'immense calotte glaciaire, alors que, descendant des terres d'Hudson et du Groënland, elle couvrait toute la partie septentrionale des États-Unis, dépassant vers le sud le district du Minnesota.

Par suite, au cœur de l'époque glaciaire, on doit se représenter la contrée comme enfouie sous une grande épaisseur de glace, qui en faisait disparaître toutes les inégalités. Mais, lorsque les causes qui produisaient cette remarquable accumulation vinrent à faiblir, le front, plus ou moins dentelé, de la calotte glaciaire, dut subir une

retraite progressive vers le nord. Aussitôt qu'il eut dépassé la ligne de partage entre le bassin du Minnesota et celui de la Rivière Rouge, il se forma, entre cette ligne et le front des glaces, une dépression sans issue: car, à partir de ce point, la pente naturelle du sol était dirigée vers le nord. Il fallut donc que les eaux engendrées, soit par les pluies, soit par la fonte progressive des glaces, vinssent s'accumuler dans cette dépression en y formant un lac, dont les eaux durent s'élever jusqu'au point le plus bas par lequel il leur fût loisible de s'écouler vers le sud, c'est-à-dire jusqu'à la hauteur du débouché méridional du lac Big-Stone. Ainsi se forma le lac Agassiz et il persista jusqu'à ce que, le front des glaces dépassant dans sa retraite le lac Winnipeg, l'écoulement naturel vers la baie d'Hudson fut définitivement reconstitué.

Nous voilà bien loin, semble-t-il, de la figure du globe terrestre; mais ces préliminaires étaient nécessaires pour l'intelligence de ce qui va suivre, et où nous allons retrouver, mieux caractérisé encore, le fait des terrasses divergentes de la Norwège.

Sur les bords du lac Agassiz, le lavage et le remaniement mécanique du drift ont fait naître des levées de sables et de graviers, tout à fait analogues à celles qui, de nos jours, se forment le long des grands lacs comme sur les côtes maritimes. Si le niveau du lac avait été immobile, ces levées dessineraient, à une hauteur constante, une ligne unique plus ou moins continue. Mais l'émissaire méridional par lequel s'échappait le trop-plein a progressivement creusé son lit qui, pendant la durée du lac, a fini par s'abaisser de vingt-quatre mètres. Cet abaissement n'a pas été continu ni régulier. Il s'est produit par saccades, séparées par des périodes, relativement longues, où le niveau du lac demeurait assez longtemps fixé pour permettre la formation de terrasses de graviers. Ces périodes paraissent avoir été au nombre de trois; car M. Warren Upham a reconnu l'existence de trois

horizons de terrasses, dont chacun se suit sur deux cent trente ou deux cent quarante kilomètres, à partir du lac Big-Stone et dans la direction du nord. La continuité de chaque horizon ne laisse, paraît-il, aucune prise au doute. Les intervalles vides forment à peine un vingtième de la longueur totale et, de part et d'autre de chaque lacune, les graviers se correspondent très exactement.

La région a d'ailleurs été l'objet d'un relevé topographique soigné, et deux lignes de chemins de fer qui la traversent de part en part ont fourni pour les nivellements des points de repère tout à fait sûrs.

Or voici le fait remarquable, dont les explications qui précèdent étaient destinées à faire ressortir toute l'importance: *les trois terrasses ne sont pas horizontales* et, de plus, *les distances verticales qui les séparent vont en augmentant du sud au nord.*

La plus élevée des trois terrasses, partie de 322 mètres d'altitude au lac Big-Stone, atteint 360 mètres au bout de 230 kilomètres de parcours. La plus basse s'élève de 298 à 310 mètres pour une même distance. Ainsi, pendant que la terrasse supérieure monte de trente-huit mètres vers le nord, la terrasse inférieure monte seulement de douze mètres. Quant à la terrasse moyenne, son ascension est de vingt-et-un mètres.

Si les trois terrasses étaient également inclinées, on admettrait sans peine un mouvement général du sol, survenu après la disparition du lac. Mais il est vraiment impossible de concevoir, sur un aussi petit espace, la série des mouvements de bascule qu'il faudrait imaginer, entre chaque période de stagnation des eaux, pour rendre compte de la divergence des terrasses. Au contraire, cette divergence s'explique sans peine, si l'on admet que la surface des eaux du lac Agassiz, attirée par la masse de glaces située au nord et au nord-est, était, en temps normal, relevée vers le nord, et que l'intensité de cette déviation diminuait, d'abord avec la distance au front de la calotte,

ensuite à mesure que s'amoindrissait et que s'éloignait la masse attirante ?

Le lac Agassiz n'était d'ailleurs pas seul à ressentir l'effet de l'attraction des glaces. Nous avons dit que les terrasses marines abondaient dans l'Amérique du Nord. Dans le Maine et le New-Hampshire, ces terrasses se tiennent entre zéro et 90 mètres d'altitude, tandis qu'elles arrivent à 150 mètres sur les rives du Saint-Laurent et à 400 mètres sur la baie d'Hudson. Donc, là aussi, la hauteur des terrasses atteint son maximum au nord, c'est-à-dire du côté où s'exerçait l'action attractive à laquelle nous attribuons ce mouvement ascensionnel de la surface marine.

En résumé, la géologie, du moins celle de la période glaciaire, fournit la preuve, selon nous indéniable, de l'action que les variations du relief terrestre peuvent exercer sur la forme de la surface des eaux tranquilles. On peut discuter sur la mesure exacte de cette action, sur la part que pourraient réclamer, dans les surélévations constatées, les mouvements propres de l'écorce, dont nous ne prétendons aucunement nier la possibilité. Mais le principe nous paraît au-dessus de toute atteinte, et ce qui s'est passé durant les temps quaternaires nous autorise à croire qu'aujourd'hui encore, conformément à ce qu'indiquent les oscillations du pendule, la surface des mers s'écarte sensiblement d'un ellipsoïde de révolution. Il ne nous semble donc pas possible de parler, comme fait M. Faye, de la *permanence de la figure mathématique du globe à travers les âges géologiques.* A nos yeux cette figure n'est ni mathématique, ni permanente. De plus, elle est mal connue et sa détermination réclame de nouvelles mesures, conformément au programme que nous avons tracé plus haut d'après M. Bruns. Sans doute cette conclusion est de nature à troubler la quiétude des géodésiens qui croyaient leur tâche terminée. Mais il vaut

mieux regarder les difficultés en face que de se complaire dans un optimisme facile. C'est la destinée de la science de voir sans cesse s'ouvrir devant elle de nouveaux problèmes. Ce que nous faisons ici-bas n'est que provisoire, et, si le labeur des générations successives nous rapproche de plus en plus de la solution des difficultés à vaincre, le moment n'est pas encore venu de nous endormir dans la paix d'un triomphe définitif.

A. DE LAPPARENT.

LA VIE AU SEIN DES MERS

ET

LES POISSONS ABYSSAUX

FIN (1)

III

LES POISSONS ABYSSAUX

La connaissance des poissons de mer profonde est une des découvertes récentes de l'ichtyologie. En effet, ce n'est que depuis vingt-cinq ans environ que la structure singulière de certains poissons recueillis dans le nord de l'Atlantique amena à penser que ces animaux habitaient les abysses et que leur organisation était spécialement adaptée pour vivre dans ce milieu. Ces êtres curieux concordaient dans le caractère de leur tissu conjonctif, qui était, chez tous, extrêmement faible, de telle manière que, sous la plus légère pression, leur corps tombait en lambeaux. De plus, quelques spécimens avaient été pris, à la surface de l'eau, occupés à avaler ou à digérer un autre poisson d'un volume *égal* ou *supérieur* au leur.

La première particularité fut expliquée par ce fait que, si ces poissons hantaient réellement les grandes profondeurs qu'on supposait, leur soustraction à l'énorme pression sous laquelle ils vivaient devait nécessairement causer

(1) Voir avril et juillet 1886.

une expansion des gaz de l'organisme dans les tissus, expansion qui détruisait la cohésion de ceux-ci et provoquait la dislocation de l'animal. Un bon exemple de l'effet du changement de pression sur un poisson abyssal transporté brusquement à la surface nous est montré dans la figure 2, que nous empruntons à M. Filhol.

Fig. 2. — Effet de l'expansion des gaz de l'organisme sur l'écaillure et la vessie natatoire d'un poisson (*Neoscopelus*) ramené d'une profondeur de 1500 mètres.

On sait qu'un grand nombre de poissons possèdent, contre la colonne vertébrale, au-dessus du tube digestif et fréquemment en communication avec lui, une sorte de sac appelé vessie natatoire. La présence de cette vessie natatoire permet au poisson de s'élever ou de descendre

dans l'eau avec une grande facilité. Mais, si on vient à capturer un poisson de mer profonde, et si on l'entraîne rapidement hors de son milieu habituel, les gaz de la vessie distendent celle-ci et gonflent le corps, au point que la plupart des écailles tombent, tandis que d'autres se hérissent véritablement. Puis, quand la limite d'élasticité du corps est atteinte latéralement, la vessie pousse en avant, entre dans la bouche et s'échappe au dehors. En même temps, la pression exercée à l'intérieur de la tête devient si considérable que les yeux sortent des orbites.

La deuxième circonstance de la découverte des poissons abyssaux fut interprétée de la manière suivante. Supposons, pour un instant, qu'un poisson vorace, organisé pour vivre entre 1000 et 1600 mètres, en saisisse un autre se tenant usuellement entre 600 et 1000 mètres, sur la limite commune de leurs habitats respectifs. Dans la lutte qu'il engage pour échapper à son ennemi, le poisson capturé, presque aussi volumineux ou plus volumineux même que son agresseur, l'emmène dans des couches d'eau supérieures, où la diminution de pression cause une expansion telle de gaz dans les tissus de cet agresseur que ce dernier s'élève jusqu'à la surface, où il arrive mort ou mourant. Des individus dans cette condition se rencontrent assez fréquemment flottant à la surface de l'Océan.

Ainsi, la présence de poissons particulièrement adaptés pour la vie en mer profonde est un fait acquis à l'ichtyologie ; et, comme les mêmes genres et les mêmes espèces ont été recueillis en des points très distants du globe, on en conclut : d'abord, que les conditions d'existence devaient être les mêmes pour eux partout sur le fond de l'Océan ; ensuite, que les poissons abyssaux ne constituent pas un ordre particulier, mais sont des formes, de familles diverses, spécialement adaptées à un milieu déterminé. Ces résultats sont antérieurs aux grandes expéditions sous-marines.

Cependant, rien n'était positivement connu sur l'habitat

exact des poissons de mer profonde avant le voyage du *Challenger*, et c'est surtout grâce à ce voyage que nous avons maintenant une base plus étendue et plus sûre pour l'étude de ces animaux.

Les conditions physiques des abysses qui peuvent affecter l'organisation et la distribution des poissons sont, selon le Dr Günther *(loc. cit.)*, les suivantes :

1. *Absence de lumière solaire.* Comme nous l'avons déjà dit, les rayons du soleil ne pénètrent probablement pas au delà de quatre cents mètres, et c'est là que nous devons fixer le commencement de la faune abyssale. L'absence de lumière est nécessairement accompagnée par certaines modifications des organes de la vision et par une simplification des couleurs.

2. L'absence de lumière solaire est, en quelque sorte, compensée par la présence d'une *lumière phosphorescente* produite par beaucoup d'animaux marins, et notamment par de nombreux poissons abyssaux.

3. *La diminution et l'égalité de la température.* A une profondeur de 1000 mètres, la température de l'eau s'abaisse à 40° F. (1) et devient tout à fait indépendante de celle observée à la surface ; depuis 2000 mètres jusqu'aux plus grandes profondeurs, la température est uniformément voisine du point de congélation de l'eau. Elle cesse donc d'être un obstacle à la distribution horizontale en tous sens des poissons abyssaux.

4. *L'accroissement de pression*, par suite de la colonne d'eau qui surmonte. La pression de l'atmosphère à la surface de la mer s'élève à 15 livres anglaises par pouce carré de la surface du corps d'un animal. Elle augmente d'une tonne par chaque 2000 mètres de profondeur.

5. Ainsi que nous l'écrivions plus haut, avec l'absence de la lumière solaire, la vie végétale prend fin. *Tous les poissons abyssaux sont donc carnivores.* Les plus voraces se nourrissent même de leur propre progéniture. Quant aux

(1) 4°,4 C.

espèces édentées, elles attendent au fond les petits animalcules, qui, comme une pluie fine, mais constante, tombent continuellement des eaux superficielles de l'Océan.

6. *La parfaite tranquillité de l'eau.* En effet, l'agitation causée par le mouvement de l'air n'est plus sensible déjà à quelques mètres au-dessous de la surface et, vraisemblablement, plus bas l'eau est à l'état de repos complet.

L'effet, sur les poissons, des conditions que nous venons d'énumérer se traduit, d'après le savant zoologiste du British Museum, par la transformation d'un ou de plusieurs organes, de telle façon qu'on peut toujours reconnaître si un poisson provient des abysses, qu'on sache ou qu'on ignore à quelle profondeur il a été recueilli. Réciproquement, des formes signalées comme vivant dans les abysses sont immédiatement reconnues comme originaires de la surface, rien que par leur structure.

Une des particularités les plus caractéristiques des poissons de mer profonde est causée par la pression colossale sous laquelle ils vivent. Leurs systèmes musculaire et osseux sont, comparés à ceux des poissons de la surface, très faiblement développés. Leurs os ont une structure fibreuse, fissurée et caverneuse ; ils sont légers, renfermant à peine un dépôt calcaire, de sorte qu'une aiguille peut aisément les traverser sans se briser. Toutes les pièces squelettiques, les vertèbres spécialement, semblent n'être que très lâchement réunies entre elles, et il faut les plus grandes précautions pour qu'elles ne se séparent point quand on prend l'animal. Les muscles, surtout les grands muscles latéraux du tronc et de la queue, sont minces, facilement détachables ou destructibles, le tissu connectif étant extrêmement peu résistant, ou totalement absent. Ces propriétés ont été observées chez les *Trachypteridæ,* chez *Plagyodus,* chez *Chiasmodus,* chez *Melanocetus* et chez *Saccopharynx.* Toutefois, nous n'avons pas le droit d'affirmer que ces poissons possèdent, dans les grandes profondeurs, l'aspect que nous leur voyons lorsqu'ils sont

ramenés à la surface. Quelques-uns d'entre eux sont des créatures extrêmement rapaces, capables d'exécuter des mouvements rapides et puissants pour capturer leur proie; il faut donc, pour cela, que le système musculaire, si mince qu'il puisse être, soit résistant et que la colonne vertébrale ait ses segments solidement réunis. C'est pourquoi il paraît évident, dit le Dr Günther, que les changements que subit le corps des poissons lorsqu'on les amène des abysses à la surface sont entièrement analogues, quoique plus graves, aux accidents éprouvés par un aéronaute qui s'élève à de trop hautes altitudes.

Le *système muqueux* de beaucoup de poissons abyssaux est extrêmement développé. Nous le trouvons déjà bien exprimé chez ceux qui vivent à une faible profondeur (200 à 400 mètres), si on le compare à ce qu'il est dans les formes de la surface. Mais, pour les types habitant une profondeur de 2000 mètres et plus, il subit une véritable dilatation, spécialement sur le crâne, qui renferme de grandes cavités *(Macruridæ, Ophidiidæ* abyssaux). Le corps entier est couvert d'une épaisse couche de mucus. Les cavités auxquelles nous venons de faire allusion se rétrécissent dans les spécimens mis en alcool, mais l'immersion dans l'eau manifeste rapidement de nouveau les propriétés dont il s'agit. L'usage de cette abondante sécrétion est, à vrai dire, inconnu ; cependant, sur des spécimens complètement frais, on a constaté qu'elle était phosphorescente.

Les couleurs des poissons de mer profonde sont, en raison de l'absence de lumière solaire, extrêmement simples ; elles se bornent au noir et à l'argenté. Quelques espèces exhibent des filaments ou des rayons de nageoires du plus bel écarlate. Selon le célèbre ichtyologiste anglais souvent cité par nous, les albinos ne sont pas rares parmi les poissons noirs.

L'organe de la vision est le premier affecté par le séjour en eau profonde. Même les poissons qui ne vivent

usuellement qu'à une profondeur de 160 mètres ont des yeux plus grands que les formes qui ne quittent pas la surface. Jusqu'à 400 mètres, le volume des yeux s'accroît dans le but de réunir le plus de lumière possible, puisque l'intensité de l'éclairage va toujours en diminuant. Au delà de cette limite, on rencontre à la fois de très petits yeux et d'énormes yeux. Les premiers sont compensés par l'existence d'organes spéciaux de tact. Les seconds servent à voir à l'aide de la phosphorescence des êtres abyssaux. Enfin, tout au fond, dans les abîmes de la mer, se trouvent des poissons à la fois aveugles et dépourvus d'organes spéciaux pour le sens du toucher.

Beaucoup de poissons de mer profonde sont munis de corpuscules plus ou moins nombreux, arrondis, brillants, nacrés, incrustés dans la peau. Ces organes, lumineux ou phosphorescents, sont : soit de grands corps ovales ou d'une forme irrégulièrement elliptique, placés sur la tête dans le voisinage de l'œil; soit des corps globulaires sphériques et plus petits, arrangés symétriquement le long des côtés du tronc et de la queue, plus spécialement le long de la ligne abdominale, moins souvent le long du dos. Les premiers n'ont pas été étudiés histologiquement. Les seconds ont surtout été examinés par MM. Ussow (1) et Leydig. Leur nombre est en relation directe avec celui des segments de la colonne vertébrale (métamères). On peut en distinguer deux catégories différant entre elles par leur structure intime. Les uns consistent en un corps lenticulaire antérieur biconvexe, sorte de *cristallin*, qui est transparent durant la vie et qui est simple ou composé de bâtonnets *(Chauliodus)*, puis en une chambre postérieure remplie d'un fluide également transparent et dont le fond est revêtu d'une membrane sombre composée de cellules hexagonales ou de bâtonnets disposés comme

(1) M. Ussow. *Ueber den Bau der sogenannten augenaehnlichen Flecken einiger Knochenfische.* BULL. SOC. IMP. NAT., Moscou 1879, n° 1, pp. 79-115 et 4 pl.

dans une *rétine*. On observe la disposition que nous venons de décrire chez *Astronesthes, Stomias, Chauliodus*, etc. Les autres organes possèdent simplement une texture glandulaire, mais dépourvue de conduits déférents *(Gonostoma, Scopelus, Maurolicus, Argyropelecus)*. Des rameaux provenant des nerfs spinaux se rendent, d'ailleurs, à chaque sorte d'organe et se distribuent à la membrane en forme de rétine et aux follicules glandulaires.

La première catégorie d'organes est considérée par quelques naturalistes comme constituant de véritables organes de vision ; la fonction du second groupe est restée inexpliquée. Voici les arguments que M. Ussow invoque pour assimiler certains de ces corps énigmatiques à des yeux. Après avoir insisté sur l'identité de structure histologique, il ajoute que leur éloignement du cerveau ne prouve rien contre cette interprétation, car il existe nombre d'Invertébrés où les organes des sens (vision, *Polyophthalmus*, — audition, *Mysis)* sont à une grande distance des ganglions cérébraux et, pourtant, tout le monde est d'accord sur leur signification physiologique. M. Günther est moins enthousiaste de cette idée. Il fait remarquer que trois hypothèses sont possibles sur la nature des corps qui nous occupent :

1. Tous sont des organes de sens ou, en d'autres termes, des yeux accessoires.
2. Seuls les organes pourvus d'un corps lenticulaire sont sensoriels, et ceux caractérisés par une structure glandulaire émettent seulement de la lumière phosphorescente.
3. Tous sont des organes producteurs de lumière.

Il y a plusieurs objections, dit l'éminent naturaliste anglais, qui s'opposent à ce qu'on adopte la première hypothèse. En effet, *Scopelus* et *Argyropelecus* ne possèdent pas seulement des yeux parfaitement développés, mais même de grands yeux, particulièrement adaptés à des mœurs nocturnes ; dès lors des organes accessoires de

vision paraissent tout à fait superflus pour ces animaux. D'autre part, dans les poissons abyssaux dépourvus d'yeux proprement dits, poissons qui sembleraient avoir un besoin spécial d'autres organes de vision, ceux-ci sont invariablement absents. Enfin, il est tout à fait inconcevable que des dispositions glandulaires aient la faculté de transmettre des impressions lumineuses aux centres nerveux.

La seconde hypothèse est, suivant M. Günther, plus proche de la vérité. Elle est appuyée par ce fait que les organes glandulaires de *Scopelus* ont été vus brillant d'une lumière phosphorescente, et par la similitude morphologique évidente existant entre les organes pourvus d'un corps lenticulaire et d'une membrane rétinoïde avec un œil ordinaire. Nous sommes, en outre, autorisés à supposer que, dans les profondeurs de l'Océan où ne descend pas la lumière solaire, des organes spéciaux de vision se sont développés. Cependant, d'un autre côté, cette hypothèse est contredite par l'observation que beaucoup de poissons qui vivent dans les abysses *(Trachypterus;* la majeure partie des *Macruridæ)* sont pourvus de grands yeux usuels; ce qui semble prouver que ceux-ci sont parfaitement suffisants pour voir la lumière phosphorescente.

Mais, tout en étant conduits à admettre que les organes à corps lenticulaire peuvent être des organes de sens, nous devons reconnaître que leur structure histologique n'est pas opposée à ce qu'ils soient, comme les organes glandulaires, des producteurs de lumière. Il n'est pas impossible que la lumière, émise dans le fond de la chambre postérieure, soit dirigée au travers du pseudo-cristallin dans des directions déterminées. Cette troisième hypothèse semble être moins hardie que les autres, qui exigent notamment que, chez les Vertébrés, où il existe un complexe nerveux spécial pour recevoir les impressions sensorielles, ces impressions ne soient transmises à ce complexe que par l'intermédiaire de l'axe cérébro-spinal.

Lorsqu'on rencontre, écrit le savant auteur de l'*Introduction to the study of Fishes,* chez un poisson quelconque, de fins filaments en relation avec les nageoires paires ou avec la queue, on peut conclure que l'on a devant soi un animal sédentaire, habitant des eaux tranquilles. Nombre de poissons abyssaux *(Trachypteridæ, Macruridæ, Ophidiidæ; Bathypterois)* sont pourvus de semblables prolongations filamenteuses dont le développement est parfaitement en rapport avec leur séjour dans les eaux absolument stagnantes des profondeurs de l'Océan.

Nous avons parlé plus haut de la ligne latérale. Quelques poissons abyssaux en possèdent une singulièrement conformée. Selon M. J. Ryder, chez *Gastrostomus,* elle occupe une position usuelle, commençant immédiatement en arrière de la tête. Mais elle porte, de distance en distance, disposés métamériquement, de curieux pédoncules terminés par un épanouissement discoïdal pigmenté, structure tout à fait unique dans la classe des Poissons. Que ces pédoncules soient des organes tactiles, ou plus généralement des organes de sens spéciaux pour la vie en mer profonde, c'est une chose dont on peut à peine douter. Ils rappellent immédiatement à l'esprit les papilles décrites par M. Fr. Leydig sur la tête de l'*Amblyopsis spelæus,* le poisson aveugle des cavernes du Kentucky. Il n'est pas improbable que les extrémités pigmentées des pédoncules que nous venons de mentionner soient phosphorescentes pendant la vie du *Gastrostomus.*

Quelques-uns des voraces poissons de la mer profonde ont un estomac si vaste et surtout si élastique qu'il est susceptible de contenir une proie deux ou trois fois aussi volumineuse que l'agresseur à jeun *(Melanocetus, Chiasmodus, Saccopharynx).* C'est ce qu'on voit bien dans la figure 3.

La déglutition a lieu, chez ces animaux, non à l'aide des muscles du pharynx comme chez les autres poissons, mais par l'action indépendante et alternative des mâchoires

comme chez les serpents. Les poissons abyssaux n'avalent donc point leur proie à proprement parler, mais ils se tirent plutôt eux-mêmes sur leur victime à la manière d'une Actinie.

Avant le voyage du *Challenger*, on connaissait à peine trente poissons de mer profonde. Ce nombre a été depuis beaucoup accru par la découverte de nouvelles espèces et de nouveaux genres. Chose curieuse, au moins d'après ce que nous en dit le Dr Günther, il n'y a pas de familles

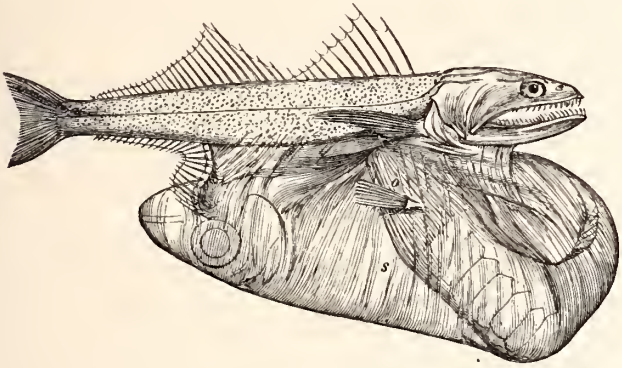


Fig. 3. — *Chiasmodus niger*, recueilli dans le nord de l'Atlantique à une profondeur de 3000 mètres. Ce spécimen a avalé un gros *Scopelus*. (D'après Günther.)

nouvelles. Il convient d'ajouter pourtant que M. Th. Gill, le savant ichtyologiste américain, est d'un avis tout différent. Quoi qu'il en soit, des modifications importantes, totalement inattendues, de certains organes, modifications du plus sérieux intérêt, ont été observées et seront mentionnées ci-après.

En ce qui concerne les profondeurs auxquelles les poissons abyssaux ont été recueillis, on ne saurait, selon le savant conservateur du Département zoologique au British Museum, accueillir sans discussion les chiffres fournis par l'expédition du *Challenger*. En effet, aucune précaution n'avait été prise pour clore l'ouverture de la drague pendant la descente ou pendant l'ascension. Dès lors, l'appareil a

pu prendre, en remontant du fond, dans le voisinage de la surface, des formes supposées abyssales et qui n'ont rien, dans leur organisation, de commun avec celles-ci. Cela arriva plus d'une fois, car il est positif que des types des eaux supérieures comme *Sternoptyx* et *Astronesthes* ne s'enfoncent jamais jusqu'à une profondeur de 5000 mètres. Toutefois, la majorité des poissons obtenus par des dragages profonds témoigne que ces animaux sont incapables de vivre à la surface ou même à une certaine distance du fond et que, par conséquent, ils ont bien été recueillis au point le plus bas où la drague est descendue.

Pour autant que nos connaissances actuelles nous permettent d'en juger, il n'existe pas de zones bathymétriques caractérisées par des formes spéciales. On remarque seulement que, de 400 à 1200 mètres, il y a beaucoup de types rappelant fortement les poissons de la surface. A cette faune appartiennent notamment les Chondroptérygiens de mer profonde. D'ailleurs, avant qu'une division en zones bathymétriques puisse être tentée, il est indispensable que les observations du *Challenger* soient confirmées et étendues d'une manière systématique. C'est du moins l'opinion d'un homme expérimenté en ces matières, le Dr Günther, dont le nom est déjà revenu si souvent sous notre plume.

Ainsi, l'une des conclusions auxquelles on arriverait, d'après les documents du navire anglais, serait que certaines espèces de poissons peuvent vivre partout entre 600 et 2000 mètres. Donc, un de ces êtres dont l'organisation est modifiée pour exister sous une pression d'une demi-tonne pourrait facilement s'adapter à une pression de deux tonnes et plus ; résultat paradoxal, ne concordant pas avec les données anatomiques, et qui demande à être appuyé par de nouvelles études.

La plus grande profondeur atteinte par une drague ramenant un poisson est de 5800 mètres. Mais les spéci-

mens ainsi obtenus *(Gonostoma microdon)* semblent être extrêmement abondants dans les eaux supérieures de l'Atlantique et du Pacifique et ont pu, en conséquence, être recueillis par l'appareil dans son mouvement ascensionnel. Le second chiffre le plus élevé pour les profondeurs où l'on récolta des poissons est de 5500 mètres, et la forme obtenue cette fois est bien, par son organisation, un type abyssal *(Bathyophis ferox)*.

La faune ichtyologique de mer profonde se compose de formes identiques ou voisines de celles qu'on rencontre à la surface dans les régions froides et tempérées. Les Chondroptérygiens, ou poissons cartilagineux, y sont peu nombreux et, d'ailleurs, ne descendent pas au delà de 1200 mètres. Les Acanthoptérygiens, ou poissons osseux à nageoires épineuses, qui constituent la majorité des formes littorales et pélagiques, n'y sont pas non plus très bien représentés. On y remarque toutefois des genres identiques avec ceux de la surface, qui descendent aux mêmes profondeurs peu considérables que les Chondroptérygiens, et d'autres, véritablement spécialisés pour la vie dans les abysses, qui sont distribués entre 400 et 4800 mètres. Il y a trois familles d'Acanthoptérygiens, suivant M. Günther, qui appartiennent à la mer profonde ; ce sont : les *Trachypteridæ,* les *Lophotidæ* et les *Notacanthidæ.* Elles consistent respectivement en trois, un ou deux genres seulement. Au contraire, les Malacoptérygiens, ou poissons osseux à nageoires élastiques, sont fort abondants dans les abysses. Ainsi, parmi les *Anacanthini,* les *Gadidæ*, les *Ophidiidæ,* et les *Macruridæ* y sont très répandus à toutes les profondeurs ; ils constituent à eux seuls environ un quart de la faune ichtyologique abyssale tout entière. D'autre part, dans les Physostomes, ou poissons osseux à vessie natatoire réunie avec le tube digestif par un conduit aérien, les familles des *Sternoptychidæ,* des *Scopelidæ,* des *Stomiatidæ,* des *Salmonidæ,* des *Bathythrissidæ,* des *Alepocephalidæ,* des

Halosauridæ et des *Murænidæ* sont représentées; les *Scopelidæ* atteignent presque un second quart des poissons de mer profonde. Les *Salmonidæ* sont rares et n'ont dans les abîmes de la mer que trois genres seulement. Les *Bathythrissidæ* ne renferment qu'une espèce dont la distribution est probablement extrêmement limitée, verticalement et horizontalement; on l'a recueillie par 700 mètres environ dans la mer du Japon. Les *Alepocepalidæ* et les *Halosauridæ*, connus seulement par quelques spécimens isolés avant l'expédition du *Challenger*, sont de véritables types abyssaux à vaste distribution. La famille des Anguilles aime également la mer profonde, car ses formes ont été observées jusque dans les plus grandes profondeurs.

Après ces généralités, nous passerons à l'examen des poissons des abysses les mieux étudiés et les plus intéressants, nous attachant spécialement à appeler l'attention sur les formes du *Challenger*, puisque celles du *Travailleur* et du *Talisman* sont bien connues, par les articles de M. Filhol, des lecteurs des revues de langue française.

Dans ce qui va suivre, comme dans ce qui précède, nous adopterons généralement les vues de M. Günther, bien que les idées du savant naturaliste anglais sur la systématique des poissons de mer profonde aient été vivement combattues par un ichtyologiste américain des plus distingués, M. Th. Gill. Il aurait sans doute été très désirable d'exposer les deux opinions et de les discuter; mais, puisqu'il aurait fallu pour cela entrer dans des considérations techniques un peu déplacées ici, je pense qu'il sera préférable de traiter cette question ultérieurement dans l'analyse de la monographie du célèbre conservateur au British Museum.

Les poissons abyssaux, que nous nous proposons de

passer en revue dans ce qui va suivre, appartiennent à huit groupes différents.

I. — Le premier, riche en formes de mer profonde, est celui des *Pediculati*. Il fait partie des Téléostéens acanthoptérygiens, c'est-à-dire des poissons osseux dont les nageoires, paires ou impaires, renferment des rayons rigides, de véritables épines. La tête et la portion antérieure du corps des animaux de cette famille sont énormes, comparés au reste de la bête, et dépourvus d'écailles. Les dents sont villiformes. La fraction épineuse de la nageoire dorsale est située très en avant, et ne se compose que d'un petit nombre de rayons fréquemment métamorphosés en tentacules. Les nageoires ventrales, qui correspondent aux membres postérieurs des mammifères, sont jugulaires ; en d'autres termes, elles sont placées en avant des nageoires pectorales, ou membres antérieurs. Il est vrai qu'elles manquent parfois, comme c'est généralement le cas pour les types vivant dans les abîmes de la mer.

Les *Pediculati* constituent peut-être, parmi les poissons, le groupe offrant le plus d'êtres bizarres. Mais ils ont tous un caractère commun : ils sont paresseux et se déplacent difficilement, étant mauvais nageurs. On y rencontre trois catégories d'animaux : les espèces littorales, les espèces pélagiques et les espèces abyssales.

La forme littorale la mieux connue est la Baudroie *(Lophius piscatorius)*, qu'on trouve notamment sur les côtes européennes. Elle peut dépasser 1^{m} 50 en longueur.

Antennarius nous représente, d'autre part, un genre adapté à des mœurs pélagiques. Toutefois, puisque, comme ses congénères, il est mauvais nageur et que cela est assez peu compatible avec une existence en haute mer, il se contente de s'accrocher aux végétaux flottants qui composent la mer des Sargasses.

Les types abyssaux des *Pediculati* sont assez nombreux. Ce sont : *Ceratias*, *Himantolophus*, *Linophryne*, *Melanocetus*, *Oneirodes* et *Chaunax*.

Le *Ceratias* a été décrit, pour la première fois, par M. Kröyer (1), en 1845. Depuis, il en a été découvert de nouvelles espèces, notamment par l'expédition du *Challenger* (2). Celle que nous figurons ci-dessous est de petite taille : elle ne mesure que 90^{mm}.

Le corps du *Ceratias* est très comprimé bilatéralement et d'un noir de jais. La fente de la bouche est large, presque verticale. Les yeux sont extrêmement petits. Les dents sont délicates et susceptibles d'être abaissées d'avant en arrière sous une légère pression. Le palais est dépourvu de dents. La portion épineuse de la nageoire dorsale se compose essentiellement d'un long tentacule, atteignant l'extrémité de la queue lorsqu'on le rabat suivant l'axe du corps. Le sommet de ce tentacule, par dérogation au reste de l'animal, n'est pas noir, mais blanchâtre, semi-transparent, et était vraisemblablement phosphorescent pendant la vie. La peau est parsemée de petits tubercules coniques, osseux. Les nageoires ventrales manquent. Le *Ceratias*, comme la plupart de ses parents abyssaux, n'est donc qu'un cul-de-jatte. Quant aux nageoires pectorales, elles sont très courtes. Le squelette est mou et fibreux, ainsi que cela arrive fréquemment chez les poissons de mer profonde.

Le *Ceratias* vit, sans aucun doute, directement sur le fond de l'Océan, où il attend sa proie, qui, attirée par l'extrémité lumineuse du grand tentacule dorsal, vient s'engloutir dans la large gueule du monstre, minuscule pour nous et souvent gigantesque pour elle.

Le spécimen représenté (fig. 4) a été recueilli à une profondeur d'environ 4800 mètres.

L'*Himantolophus* est connu du monde savant depuis 1837, grâce à M. Reinhardt père (3), qui n'eut pourtant en sa possession que le tentacule de cet être bizarre.

(1) *Naturhistorisk. Tidsskrift.* 2^{den} Rœkke. 1ste Bind, s. 639-648.
(2) Wyville Thomson. *The Atlantic.* London, 1877. T. II, p. 69.
(3) *Vidensk. Selsk. Skr.*, Kjöbenhaven, 1837.

Cependant, une heureuse trouvaille, faite en 1867 dans le voisinage du Groënland comme la première, a permis au professeur Chr. Lütken (1), dont les publications sont si estimées de tous les naturalistes, de nous donner une description de l'animal complet.

Qu'on se figure un *Ceratias* à contour ovalaire, et dont le rayon dorsal unique serait remplacé par un tentacule ramifié dont les nombreuses branches rappellent véritablement celles d'un arbre, et on aura une bonne idée de l'*Himantolophus*. Ajoutons que ce dernier Lophioïde est

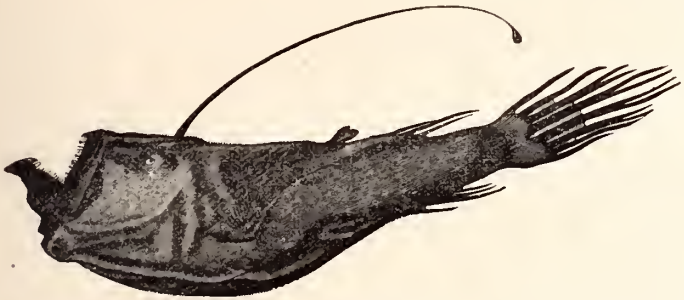


Fig. 4. — *Ceratias uranoscopus*. Murray. (D'après l'*Atlantic* de sir Wyville Thomson.)

aussi complètement noir, à l'exception des extrémités de tous les rameaux de son singulier tentacule qui sont blanches et phosphorescentes pendant la vie, ce qui achève d'en rendre le propriétaire tout à fait fantastique. L'*Himantolophus* mesure $0^{m}40$.

Linophryne appartient aux découvertes les plus récentes. Bien que recueilli en 1877, dans le voisinage de Madère, station favorite des poissons abyssaux, il n'a été publié, par suite de diverses circonstances, que dans le tout dernier fascicule des *Proceedings* de la Société zoologique de Londres (2), par M. R. Collett, le savant conser-

(1) Chr. Lütken. *Til kundskab om to arktiske Slægter af Dybhavs-Tudsefiske: Himantolophus og Ceratias.* Vidensk. Selsk. Skr., Kjöbenhaven. 1878.

(2) R. Collett. *On a new Pediculate Fish from the sea off Madeira.* Proc. Zool. Soc. London. Août, 1886.

vateur du musée de Christiania. Qu'on ajoute à *Ceratias*, après avoir réduit au quart de sa longueur le long tentacule dorsal, un grand barbillon bifide, à extrémités blanches et phosphorescentes, au-dessous du menton, et on aura produit un *Linophryne*. On se figurera aisément la voracité de celui-ci quand on saura qu'il a $0^m,049$ de long et qu'on a trouvé à son intérieur un poisson une fois et demie aussi volumineux que lui. Ainsi que les précédents Lophioïdes, *Linophryne* est complètement noir, à l'intérieur du tube digestif comme extérieurement, à l'exception des tentacules.

Chez *Melanocetus*, le tentacule dorsal est extrêmement court et il n'y a pas de barbillon au menton. Cet animal, dont nous donnons un dessin (fig. 5), est connu par plusieurs spécimens recueillis entre 700 et 3600 mètres.

Il a été mentionné, pour la première fois, par le docteur Günther, en 1864 (1), et mesure environ $0^m,08$.

Oneirodes, dont nous devons la connaissance au professeur Chr. Lütken, qui le publia en 1871 (2), se distingue des *Pediculati* ci-dessus mentionnés en ce que, outre le tentacule antérieur ramifié et lumineux que nous avons rencontré d'abord chez *Ceratias*, il en existe un second au milieu du dos. *Oneirodes* a $0^m,205$.

Enfin on sait, depuis 1846 (3), qu'il existe dans les abysses, encore près de Madère, un magnifique Lophioïde qui a été décrit par R. T. Lowe. La tête en est large, déprimée. La fente de la bouche est presque verticale. Les yeux sont petits. Les mâchoires et le palais sont couverts de dents villiformes. La peau contient de petites épines. La portion épineuse de la nageoire dorsale est réduite à un tout petit tentacule placé sur le bout du museau. Contrai-

(1) A. Günther. *On a new genus of Pediculate Fish from the sea off Madeira.* Proc. Zool. Soc. London. 1864.

(2) Chr. Lütken. *Oneirodes Eschrichtii, Ltk., en ny grönlandsk Tudsefisk.* Overs. Kong. Dansk. Vidensk. Sels. Forh. 1871.

(3) R. T. Lowe. *On a new genus of the family Lophidæ discovered in Madeira.* Trans. Zool. Soc. London. Vol. III.

rement aux autres *Pediculati* abyssaux, il possède des nageoires ventrales (il n'est donc pas cul-de-jatte) et, de plus, il n'est point noir, mais d'un beau rouge. On l'a recueilli à 230 mètres de profondeur.

II. — Le second groupe de poissons de mer profonde dont nous ayons à nous occuper est celui des *Trachypteridæ*. Il appartient encore aux Téléostéens acanthoptérygiens ; mais, à l'encontre des *Pediculati* qui renferment

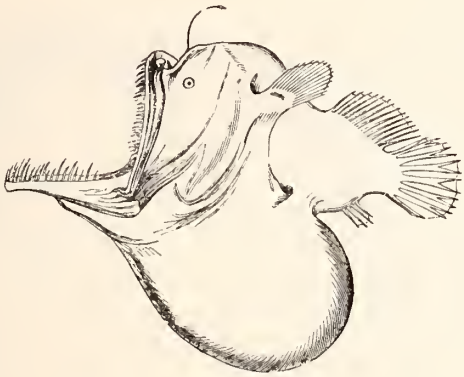


Fig. 5. — *Melanocetus Johnsoni*. Günther. (D'après Günther.)

des types littoraux, pélagiques et abyssaux, les *Trachypteridæ* vivent exclusivement dans les abîmes de l'Océan.

Les *Trachypteridæ* (1) sont des poissons rubanés dont la nageoire dorsale est aussi longue que le corps. L'anale est absente et la caudale est, soit rudimentaire, soit dirigée autrement que suivant l'axe principal de la bête.

Ces animaux sont de véritables poissons abyssaux qu'on rencontre dans tous les océans, flottant morts à la surface, ou sur les rivages, amenés qu'ils sont en cet endroit par les vagues de la mer. Leur corps est réellement un ruban, les spécimens de 15 à 20 pieds de long n'ayant pas plus

(1) Nous extrayons les renseignements qui suivent de l'excellente *Introduction to the study of Fishes* du Dr A. Günther, à laquelle nous avons déjà fait et nous ferons encore de fréquents emprunts.

de un à deux pouces dans leur plus grande épaisseur. Les yeux sont larges et latéraux, ainsi que le montre *Trachypterus* dont nous donnons une figure (fig. 6). La bouche est petite et garnie de faibles dents. La tête est haute et courte. La nageoire dorsale, élevée, est supportée par de nombreux rayons. Sa portion antérieure est séparée du reste et soutenue par de très longues épines, formant une sorte de houppe. L'anale, comme nous l'avons déjà dit, est absente. La caudale, lorsqu'elle est préser-

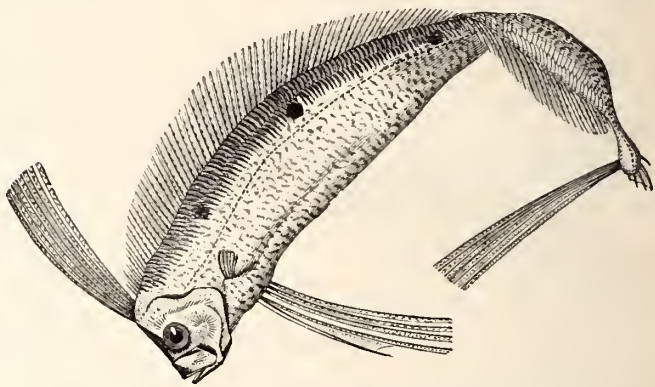


Fig. 6. — *Trachypterus tænia.* (D'après Günther.)

vée, ce qui est rare, au lieu d'entourer l'extrémité postérieure du corps, est située dorsalement et constitue une autre houppe plus ou moins comparable à celle de la tête. Les ventrales sont thoraciques, c'est-à-dire directement placées au-dessous des pectorales ; en d'autres termes, les pattes de derrière sont insérées ici au niveau des épaules. Elles sont longues et composées de plusieurs rayons ou réduites à un simple filament.

La coloration des *Trachypteridæ* est ordinairement argentée, avec des tons rosés sur les nageoires.

On ignore à quelle profondeur vivent ces êtres singuliers.

Les *Trachypteridæ* se divisent en trois genres : *Tra-*

chypterus, représenté plus haut, avec des nageoires ventrales possédant plusieurs rayons, c'est-à-dire constituant de véritables nageoires. Le Musée royal de Bruxelles vient d'en acquérir deux beaux spécimens.

Regalecus, dont les nageoires ventrales sont réduites à de simples filaments. On en a trouvé qui mesuraient 25 pieds.

Stylophorus, connu par un seul individu conservé au musée du *College of Surgeons*, à Londres. Il n'a pas de nageoires ventrales du tout (encore un cul-de-jatte).

III. — Le troisième groupe de poissons abyssaux rentre dans les *Gadidæ*, famille qui appartient aux *Anacanthini*, ou poissons osseux à nageoires élastiques privées de rayons épineux et à vessie natatoire dépourvue de connexion avec le tube digestif. Les *Gadidæ* sont des animaux de la famille de la morue. Ils sont caractérisés par un corps plus ou moins allongé et couvert de petites écailles lisses. Ils possèdent deux ou trois nageoires dorsales occupant presque tout le long du dos. Il y a une ou deux nageoires anales. La caudale est nettement séparée de la dorsale ou de l'anale. Les ventrales sont jugulaires, c'est-à-dire que les membres postérieurs sont insérés ici sur le gosier.

Les *Gadidæ* consistent en partie (et surtout) de formes littorales et pélagiques, en partie de formes abyssales; quelques espèces habitent également l'eau douce.

Le type de mer profonde le plus intéressant est le *Chiasmodus* dont nous reproduisons le dessin (fig. 7).

Le corps est nu, privé d'écailles. L'estomac et l'abdomen sont extrêmement extensibles. Il y a deux nageoires dorsales et une anale. La caudale est franchement distincte. Les ventrales sont plutôt étroites. Les mâchoires supérieure et inférieure sont armées de deux séries de dents larges et pointues, dont quelques-unes sont très mobiles. Il y a aussi des dents sur le palais, mais point de barbillon au menton. *Chiasmodus* se rencontre jusqu'à 3000 mètres de profondeur.

IV. — Nous arrivons maintenant au quatrieme groupe, formé par les *Ophidiidæ*. Il appartient, comme le précédent, aux *Anacanthini*. Les animaux qu'il renferme ont un corps nu ou écailleux. Les nageoires verticales sont généralement continues. Les nageoires ventrales sont absentes ou rudimentaires et, dans ce dernier cas, elles sont jugulaires.

Les *Ophidiidæ* sont des poissons presque tous marins (à une seule exception près), en partie littoraux, en partie abyssaux. Ils renferment notamment *Fierasfer*, le curieux

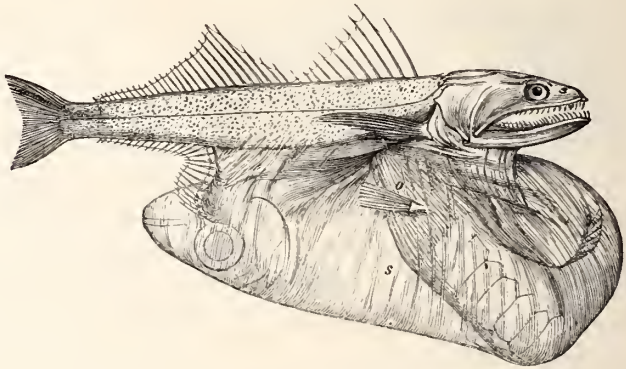


Fig. 7. — *Chiasmodus niger*. (D'après Günther.)

commensal des Holothuries (à l'intérieur desquelles il cherche un abri, mais sans se nourrir à leurs dépens), et *Lucifuga*, qui habite l'eau douce dans les cavernes de Cuba et qui se fait remarquer par sa cécité.

Les deux formes les plus intéressantes d'*Ophidiidæ* dans les mers profondes sont *Acanthonus* et *Aphyonus*.

Acanthonus a la tête forte, comme le montre la figure 8, et défendue par un système d'épines. Le tronc est extrêmement court, l'anus s'ouvrant sous la gorge. La queue est mince et se termine en pointe. Les yeux sont petits. Il y a des dents dans les mâchoires et sur le palais, mais point de barbillon. Les nageoires ventrales sont réduites

à de simples filaments. Les écailles sont très petites. Les os de la tête se font remarquer par leur peu de résistance.

Deux spécimens d'*Acanthonus* sont actuellement connus. Ils mesurent $0^m,26$ de long, et ont été pêchés à 2000 mètres de profondeur dans l'océan Indien.

Aphyonus (fig. 9) a la tête, le tronc et la queue fortement comprimés et enveloppés d'une peau mince, sans écailles. Contrairement au type précédent, nous avons ici un anus rejeté très loin en arrière. Le museau est renflé et se prolonge au delà de la bouche. Il n'y a pas de dents dans la mâchoire supérieure et de très petites seulement dans l'inférieure. Il n'y a point d'yeux, point de barbillon, et

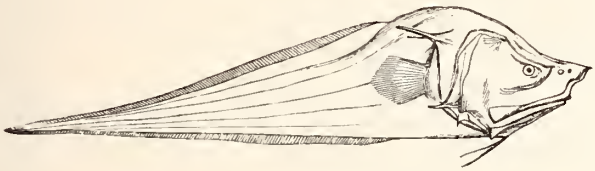


Fig. 8. — *Acanthonus armatus.* (D'après Günther.)

on observe sur le crâne un système de canaux muqueux très développés.

Aphyonus est connu par un spécimen unique, de $0^m,10$ de long, pêché à 2800 mètres de profondeur au sud de la Nouvelle-Guinée.

V. — Le cinquième groupe de poissons abyssaux, constitué par les *Macruridæ*, appartient toujours aux *Anacanthini*. Le corps de ces animaux est terminé par une queue longue et se rétrécissant graduellement en pointe. La peau est couverte d'écailles ornées de stries, d'épines, de carènes, etc. Il y a une première nageoire dorsale courte; puis, une seconde continue avec la caudale et l'anale. Les nageoires ventrales sont thoraciques ou jugulaires. Selon le Dr Günther, ce sont, en réalité, des *Gadidæ* de mer profonde, sauf en ce qui concerne le museau et la structure des écailles.

Les deux types les plus curieux des *Macruridæ* sont *Macrurus* (fig. 10) et *Coryphænoides* (fig. 11).

Chez le premier, les écailles sont de taille moyenne, le museau est conique et se projette en avant de la bouche, qui est inférieure.

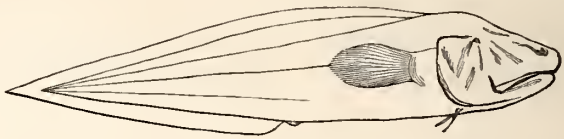


Fig. 9. — *Aphyonus gelatinosus.* (D'après Günther.)

Coryphænoides, au contraire, a le museau obtus et la fente de sa bouche est latérale.

VI. — Notre sixième groupe comprend les *Scopelidæ* qui se rangent dans les Physostomes, ou poissons osseux à nageoires élastiques (dépourvues d'épines osseuses) et à vessie natatoire en communication *(lorsqu'elle existe)* avec

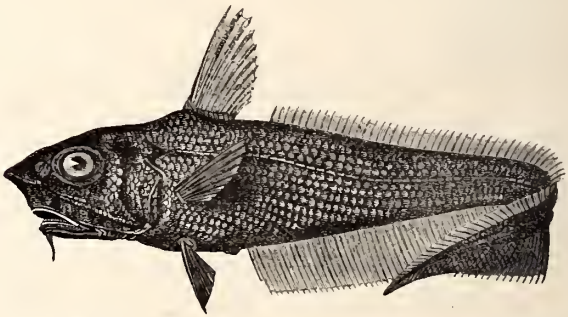


Fig. 10. — *Macrurus australis* (D'après Günther.)

le tube digestif. Le corps des poissons de cette famille peut être nu ou écailleux. Il n'y a jamais de barbillon chez ces animaux. La vessie natatoire manque. On observe une nageoire adipeuse.

Les *Scopelidæ* sont exclusivement marins, générale-

ment pélagiques ou abyssaux. Le type en est *Scopelus*, si intéressant à cause de ses « yeux accessoires ».

Les formes de mer profonde les plus curieuses sont *Bathypterois* (fig. 12) et *Ipnops* (fig. 13).

Le corps du *Bathypterois* est, d'une manière générale, plutôt allongé. La tête est de grosseur moyenne, déprimée antérieurement et dépourvue d'écailles. Le museau est bien prononcé et la mandibule se projette en avant fort au delà de la mâchoire supérieure. La fente de la bouche est large ; les susmaxillaires sont très développés, très mobiles et extrêmement dilatés en arrière. Les dents sont villiformes et constituent des rangées étroites dans les mâchoires. De chaque côté du large vomer, il y a un petit groupe de semblables dents ; toutefois le palais proprement dit et la langue en sont dépourvus. Les yeux sont extraordinairement petits. Les écailles sont cycloïdes, c'est-à-dire arrondies en arrière, solidement implantées et de taille modérée. Les rayons de la nageoire pectorale sont fort allongés, quelques-uns des supérieurs étant séparés du reste et composant un groupe à part. Les nageoires ventrales sont abdominales, c'est-à-dire en arrière des pectorales, et leurs rayons externes sont également de grandes dimensions. La nageoire dorsale est insérée au milieu du corps, au-dessus ou immé-

Fig. 11. — *Coryphænoides serratus*. (D'après l'*Atlantic* de sir Wyville Thomson.)

diatement en arrière du point d'attache des ventrales ; elle est de grandeur moyenne. Il y a, ou non, une nageoire

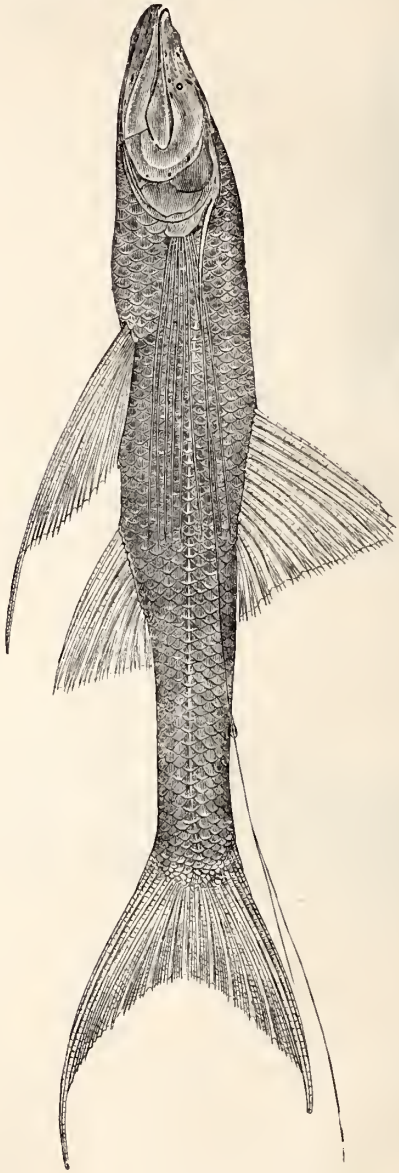


Fig. 12. — *Bathypterois longipes*. (D'après le *Narrative* de l'expédition du *Challenger*.)

adipense suivant les espèces. L'anale est courte. La caudale est échancrée.

Les *Bathypterois* pris par le *Challenger* étaient morts lorsqu'on les recueillit, et les longs rayons de leurs nageoires pectorales étaient alors redressés, recourbés au-dessus de leur tête et si solidement maintenus dans cette position qu'il fallait exercer une pression considérable pour les ramener le long des côtés du corps.

Ces singuliers animaux constituent une des découvertes du *Challenger*, car on n'en avait jamais entendu parler avant le célèbre voyage de ce navire. Ils sont largement distribués dans les mers de l'hémisphère austral, à des profondeurs variant de 1000 à 5000 mètres. Les rayons allongés des nageoires pectorales sont probablement des organes du toucher.

Quatre espèces de *Bathypterois* sont actuellement connues. La plus grande mesure 0^m, 26.

Ipnops n'est pas moins bizarre. Son corps est également allongé, subcylindrique. Il est couvert de grandes écailles minces, se détachant aisément et dépourvues d'organes phosphorescents. La tête est déprimée et se termine en avant par un museau large, long, en forme de spatule, entièrement recouvert par les yeux curieusement modifiés, comme nous le dirons plus loin. Les os de la tête sont bien ossifiés. La bouche est large, avec mâchoire inférieure dépassant la supérieure. Les susmaxillaires sont dilatés en arrière. Les deux mâchoires sont garnies de bandes étroites de dents villiformes ; le palais est privé de dents. Les nageoires pectorales et les nageoires ventrales sont bien développées et, grâce à la brièveté du tronc, placées les unes auprès des autres. La nageoire dorsale est rejetée très peu en arrière de l'anus. Il n'y a pas de nageoire adipeuse. La nageoire anale est modérément longue. La nageoire caudale n'est point échancrée.

La structure des yeux est tout à fait unique. Extérieurement, ils semblent représentés par une grande

cornée plate, divisée longitudinalement en deux moitiés et *qui couvre la surface entière du museau.* La fonction de ces organes est difficile à déterminer. Selon le professeur Moseley, ce seraient des organes de vision ; d'après le docteur Günther, au contraire, ils produiraient de la lumière.

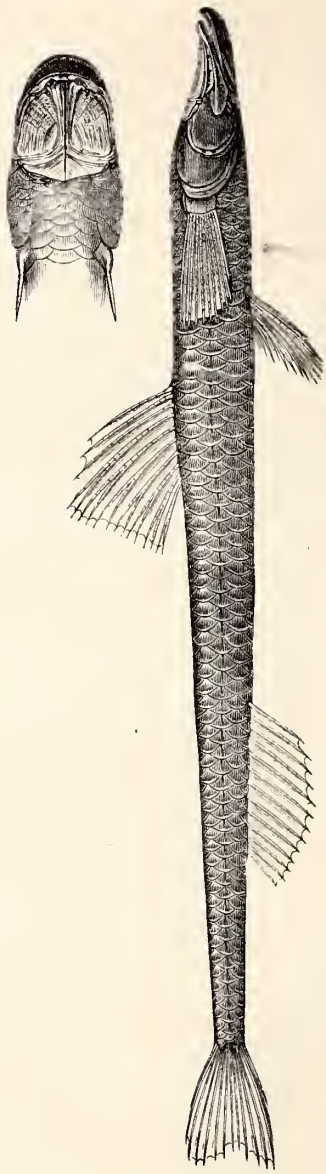


Fig. 13. — *Ipnops Murrayi.* (D'après le *Narrative* de l'expédition du *Challenger.*)

M. John Murray fut le premier à examiner leur structure au moyen de coupes minces, et en indiqua les principales particularités. Le professeur Moseley a également étudié les préparations de M. Murray, et voici ce qu'il en pense. Chaque œil est recouvert par une membrane transparente et plate qui ne serait autre chose qu'une véritable cornée. Au-dessous, et séparée d'elle par une chambre peu spacieuse, remplie de liquide, on rencontre une rétine d'une constitution extraordinaire, qui s'étend sur un espace correspondant à celui occupé par la cornée. La rétine se compose d'une couche de longs bâtonnets, sans cônes. La choroïde est divisée en une série d'aires hexago-

nales légèrement concaves du côté où vient la lumière. Il n'y a ni iris, ni cristallin. En résumé, ces yeux semblent adaptés pour reconnaître de très petites quantités de lumière, mais ont perdu le pouvoir de former des images.

Ipnops, comme *Bathypterois*, était inconnu avant l'expédition du *Challenger*. Quatre spécimens en ont été capturés à des profondeurs variant entre 3200 et 4300 mètres, au large des côtes du Brésil, près de Tristan d'Acunha et au nord de Célèbes. Ils varient en longueur de 8 à 11 centimètres.

VII. — Le septième groupe de poissons de mer profonde est constitué par les *Sternoptychidæ*, qui sont encore des Téléostéens physostomes. Cette famille comprend des poissons pélagiques et abyssaux de petite taille. Elle est caractérisée par des animaux à corps nu ou recouvert d'écailles minces et peu adhérentes. Il n'y a jamais de barbillons. L'ouverture des ouïes est très large. La vessie natatoire est simple, lorsqu'elle est présente. Il existe une nageoire adipeuse, mais elle est ordinairement rudimentaire. Il y a des séries d'organes phosphorescents le long de la partie inférieure du corps.

Le type abyssal le plus remarquable de ce groupe est *Chauliodus* (fig. 14). Le corps de cet animal est allongé, couvert d'écailles extrêmement minces et tombant avec la plus grande facilité. Des séries d'organes phosphorescents sont distribuées le long du bord inférieur de la tête, du tronc et de la queue. La tête est haute et comprimée bilatéralement. Ses os sont minces. La fente de la bouche est excessivement large. Chaque intermaxillaire est pourvu de quatre grandes dents en forme de canines. Le bord du susmaxillaire est finement dentelé. La mandibule est pourvue de dents énormes, surtout en avant ; cependant ces crocs restent extérieurs à la bouche lorsque celle-ci est fermée. Le palais est garni de petites dents pointues. Par contre, la langue en est dépourvue. Les yeux sont de

taille moyenne. Les nageoires pectorales et les nageoires ventrales sont bien développées. La nageoire dorsale est située très antérieurement, en avant des ventrales. L'ouverture branchiale est large.

Le genre *Chauliodus*, dont on ne connaît qu'une seule espèce, se trouve dans les grandes profondeurs de tous les océans et ne paraît point être rare. Il atteint une longueur de 25 centimètres et doit être un des poissons les plus voraces des abysses.

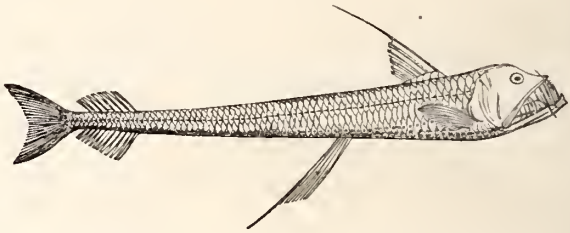


Fig. 14. — *Chauliodus sloanii*. (D'après Günther)

VIII. — Le huitième et dernier groupe dont nous avons à nous occuper est formé par les *Stomiatidæ*, qui, comme la famille précédente, rentrent aussi dans les Téléostéens physostomes. Cette famille des *Stomiatidæ* ne comprend que des types vivant dans les abîmes de la mer. Elle se fait remarquer par une peau nue ou protégée par des écailles extrêmement délicates. Il y a un barbillon hyoïdien. Le bord de la mâchoire supérieure est constitué par l'intermaxillaire et le susmaxillaire qui sont tous deux dentés. L'appareil operculaire est peu développé. L'ouverture branchiale est très large.

Parmi les êtres de ce groupe les plus curieux et les mieux connus, il convient de citer *Astronesthes* (fig. 15) et *Echiostoma* (fig. 16).

Astronesthes est caractérisé par deux nageoires dorsales dont la postérieure est adipeuse. Il possède plusieurs

taches blanches à la surface du corps, lesquelles ne sont autre chose que des organes de phosphorescence. Ce poisson est le plus petit de la famille.

Le spécimen d'*Echiostoma* que nous représentons mesure $0^m,32$.

L'extrémité de son barbillon est épaissie, couleur de chair marbrée de rose. Les nageoires dorsale et anale montrent également une teinte rose. Le reste du corps est de couleur sombre avec un reflet ardoisé. Les organes phosphorescents situés le long du ventre, la ligne latérale et les taches placées au-dessous de l'œil sont rouges.

Fig. 15. — *Astronesthes niger.* (D'après Günther.)

Nous voici arrivés au terme de cette longue et pourtant bien incomplète énumération des poissons abyssaux les plus importants. Il aurait fallu, pour donner une idée plus exacte de ces formes bizarres, parler des *Eurypharynx*, des *Saccopharynx*, des *Malacosteus*, des *Stomias*, etc. Mais cela nous aurait entraînés trop loin. Et puis, n'oublions pas que tout ce qui précède est extrait de communications préliminaires ; que les monographies définitives des grandes expéditions anglaise et française n'ont point encore paru, et qu'il sera possible de revenir ultérieurement, sans préliminaires cette fois, sur le sujet que nous n'avons fait qu'esquisser, avec des matériaux plus complets et, partant, plus intéressants.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'exprimer mes sentiments de profonde reconnaissance : à M. le Dr Gün-

ther, qui, lors d'une récente visite au British Museum, a eu la bonté de me montrer les poissons de mer profonde en sa possession, ainsi que les planches de son grand mémoire actuellement en préparation, et qui a bien voulu m'autoriser à reproduire un certain nombre de figures de son *Introduction to the study of Fishes;* à M. A. Geikie, directeur du *Geological Survey* du Royaume-Uni, qui a obligeamment prié M. Macmillan de m'envoyer les clichés de trois des gravures ci-dessus ; enfin, à M. John Murray, directeur du *Challenger Office*, qui a fait préparer pour moi trois autres figures de cet article.

Fig. 16. — *Echiostoma micripnus*. (D'après le *Narrative* de l'expédition du *Challenger*.)

L. Dollo.

DISSOCIATION

ET

ÉQUILIBRES CHIMIQUES (1)

Les recherches très nombreuses faites depuis vingt-cinq ans sur la dissociation et les équilibres chimiques comprennent à la fois des questions d'ordre expérimental et d'ordre théorique. C'est par les enseignements de l'expérience que nous devons naturellement commencer cette étude. Nous examinerons ensuite le principe des théories qui cherchent aujourd'hui à relier entre elles les données numériques résultant de l'observation des faits.

I

PREMIÈRES EXPÉRIENCES GÉNÉRALES.

La plupart des transformations chimiques que l'on étudiait autrefois étaient des transformations totales : ainsi, en cherchant à combiner l'hydrogène à l'oxygène, on voyait la masse entière se changer en eau.

(1) Conférence faite à Bruxelles, le 27 octobre 1886, devant la Société scientifique.

L'expérience a montré qu'un grand nombre de réactions ne sont que partielles et réversibles. Un système de corps étant maintenus en présence à une température constante, il arrive souvent qu'une portion reste à l'état de liberté, tandis qu'une autre portion passe à l'état de combinaison : inversement, si l'on part de la combinaison toute formée, elle ne se dédouble que partiellement, quelle que soit la durée de l'expérience. Cette situation est d'ailleurs *réversible*, c'est-à-dire que l'état de combinaison des éléments, modifié dans un certain sens par le changement des conditions du système, peut être reproduit lorsqu'on revient en sens inverse aux conditions primitives.

Des cas différents peuvent se présenter. Résumons-les par les égalités suivantes :

$$AB = A + B.$$

Un corps composé peut être dédoublé partiellement en ses éléments par la chaleur seule : c'est la *dissociation ;* telle est la dissociation de la vapeur d'eau à de très hautes températures.

$$AB + C = AC + B.$$

Un composé A B peut être dédoublé partiellement par un corps C ; c'est ce qui a lieu dans la réaction du fer sur la vapeur d'eau, ou de l'acide chlorhydrique gazeux sur le fer.

$$AB + A'B' = AB' + BA'$$

Une double décomposition, où il y a échange des éléments, peut être incomplète ; tel est le cas de beaucoup de dissolutions salines que l'on peut mélanger sans produire aucun précipité ; tel est encore le cas de l'éthérification d'un alcool par un acide.

M. Henri Sainte-Claire Deville, notre grand chimiste français, a établi la notion de la dissociation en montrant

qu'un grand nombre de corps qu'on croyait indécomposables par la chaleur éprouvent à une température très élevée une décomposition partielle et limitée. Ces expériences sont aujourd'hui classiques. Si, dans les conditions ordinaires, on n'observe pas la décomposition de la vapeur d'eau chauffée à mille degrés par exemple, c'est que les produits de la décomposition se trouvent presque toujours passer par une série de températures intermédiaires où ils se recombinent au moins en partie. Il a donc fallu faire usage d'artifices particuliers.

Ainsi, pour la vapeur d'eau, M. Deville profitait de l'inégale diffusion de l'hydrogène et de l'oxygène. Il faisait passer la vapeur d'eau à travers un tube de terre fortement chauffé. Ce tube de terre poreuse agissant comme un véritable filtre, l'hydrogène, plus diffusible, le traverse en plus grande quantité que l'oxygène : on peut recueillir dans un tube concentrique le gaz ainsi diffusé et vérifier que c'est de l'hydrogène ; du tube intérieur au contraire il sort surtout de l'oxygène.

Un autre appareil, fréquemment employé par M. Deville pour les mêmes études, était celui qu'on appelle ordinairement le *tube chaud et froid*. Dans un tube en porcelaine porté à une très haute température, faisons circuler le gaz dont on veut manifester la dissociation. Il faut pour cela le saisir dans son état actuel et éviter toutes les températures intermédiaires par lesquelles il repasserait dans les conditions ordinaires et qui permettraient aux éléments de se combiner de nouveau. Cette combinaison n'est pas instantanée, pas plus qu'aucun phénomène chimique ; on l'empêche donc en grande partie par un refroidissement brusque. Plaçons à l'intérieur du tube en porcelaine un tube métallique très mince (huit millimètres de diamètre), traversé par un courant d'eau froide. Si le gaz en se dissociant tend à donner un produit solide, ce produit se fixera sur les parois froides et rugueuses du tube intérieur, et on le retrouvera intact après l'expérience : c'est ainsi

que l'oxyde de carbone donne un léger dépôt de charbon et de l'acide carbonique, lorsqu'on le porte à une température extrêmement élevée. — Si le gaz, en se dissociant, donne deux produits gazeux, on peut les mettre en évidence en perçant un trou très étroit dans le tube intérieur : on a ainsi une sorte de trompe au moyen de laquelle on peut aspirer les gaz les plus chauds, les refroidir instantanément au contact de l'eau et les recueillir à part dans une éprouvette. Ce même tube chaud et froid, fonctionnant comme une trompe, permet de se rendre compte des phénomènes qui se passent dans l'intérieur des flammes ou dans l'atmosphère des hauts fourneaux.

Les découvertes de M. Deville sur la dissociation ont une portée philosophique considérable. Elles montrent que la chaleur est, de même que l'électricité, le grand agent de décomposition chimique, de sorte que, dans le soleil ou dans les étoiles plus chaudes encore que le soleil, tous les éléments sont probablement à l'état de liberté (1).

Ces premières expériences générales ont été complétées par de nombreuses déterminations numériques faites par des chimistes de tous les pays, pour des corps très différents. Elles ont conduit comme résultat d'ensemble, résumant tous les faits particuliers, à préciser l'existence d'une *limite*.

Pour toutes les réactions incomplètes qui s'effectuent dans un espace limité, maintenu tout entier à la même température, une même limite, un même état d'équilibre arrive à se produire au bout d'un temps plus ou moins long, quel que soit au point de départ l'état chimique du système considéré.

Nous allons examiner comment s'établit cette limite pour différents corps. Mais, avant d'aller plus loin, il faut séparer deux cas distincts, ceux des systèmes homogènes

(1) Voir à ce sujet l'article publié par M. Ph. Gilbert sur la conservation de l'énergie solaire dans la *Revue des questions scientifiques* du 20 avril 1885.

et non homogènes. Les systèmes homogènes sont ceux où les corps primitifs et les produits de la réaction sont tous dans un même état physique, tous gazeux ou tous liquides; telle est la vapeur d'eau, partiellement décomposée en hydrogène et oxygène vers mille degrés. Les systèmes non homogènes sont ceux où il n'y a pas identité d'état physique, de sorte que les produits de la réaction se séparent en tout ou en partie des corps primitifs ; c'est ce qui arrive pour le carbonate de chaux qui, au rouge, laisse dégager de l'acide carbonique en donnant de la chaux comme résidu fixe, les deux produits de cette décomposition étant d'ailleurs capables de se combiner de nouveau par refroidissement. Dans les systèmes non homogènes, c'est seulement à la surface de séparation existant entre les corps solides et gazeux que peut se manifester l'action chimique ; de sorte que les lois sont différentes de celles des systèmes homogènes, où les corps en présence peuvent réagir dans toute l'étendue de l'espace considéré.

L'expérience a déterminé pour ces deux cas distincts l'influence qu'exercent la température, la pression et les proportions relatives des corps réagissants. Nous choisirons, parmi les nombreux phénomènes observés, ceux qui mettent le mieux en évidence les lois générales.

II

EXPÉRIENCES SUR LES SYSTÈMES NON HOMOGÈNES.

Dans les systèmes non homogènes, la limite de la réaction est caractérisée par une certaine tension atteinte par les produits gazeux (ou par un certain degré de concentration des produits liquides).

Voyons comment l'expérience a établi cette loi, en choisissant les exemples successivement parmi les phéno-

mènes de dissociation, de transformation allotropique et d'équilibre chimique.

Dissociation du carbonate de chaux. — Prenons, comme l'a fait M. Debray, du carbonate de chaux, plaçons-le dans un tube en porcelaine et établissons la communication, d'un côté, avec une machine pneumatique, de l'autre, avec un manomètre. Faisons le vide, puis chauffons à une température constante qui peut être prolongée aussi longtemps qu'on veut : dans le soufre bouillant à 447°, dans le cadmium bouillant à 860°, dans le zinc bouillant à 1040°.

Dans ces conditions, on constate que la décomposition du carbonate de chaux n'est pas illimitée : elle se produit seulement jusqu'à ce que, dans l'espace clos employé, l'acide carbonique ait atteint une certaine tension maximum. Cette tension qui définit la limite a été trouvée par M. Debray :

à 860°, de 85^{mm} de mercure,
à 1040°, de 520^{mm} de mercure.

Inversement, si l'on part de l'acide carbonique libre et de la chaux vive en excès, on voit, en chauffant le mélange à 1040° et à 860°, la tension du gaz s'abaisser respectivement à 520^{mm} et 85^{mm}.

Cette loi de la dissociation des systèmes non homogènes, due à M. Debray, établit une analogie frappante entre ce phénomène chimique et le phénomène physique de la volatilisation d'un liquide. Chauffons un liquide dans un tube scellé : il y a vaporisation jusqu'à ce que la vapeur qui se forme ait atteint une certaine tension maximum ; si on ouvre le tube, la vapeur s'échappant, le liquide se réduit indéfiniment en vapeur, et finit par disparaître. De même, si, dans un tube scellé où l'on chauffe du carbonate de chaux, on ouvre la pointe, l'acide carbonique qui se forme se dégage, la décomposition se poursuit et elle finit par être complète.

Un grand nombre d'autres corps composés offrent des phénomènes de dissociation complètement analogues. Tels sont :

Les sels efflorescents, par exemple le phosphate de soude qui cristallise avec 24 molécules d'eau (M. Debray).

Les combinaisons faibles formées par les chlorures métalliques avec l'ammoniaque (M. Isambert).

Les combinaisons faibles formées par l'hydrogène avec certains métaux (MM. Troost et Hautefeuille).

Transformations allotropiques. — Les transformations allotropiques réversibles suivent une loi toute semblable à celle de la dissociation des corps composés ; car ces réactions, accomplies avec dégagement de chaleur, ne sont en quelque sorte que la combinaison d'un corps simple à lui-même. Tels sont les changements du phosphore ordinaire en phosphore rouge, du paracyanogène en cyanogène.

Je suis arrivé à cette conclusion par une série d'expériences sur le phosphore, confirmées depuis par celles de MM. Troost et Hautefeuille. Introduisons dans des ballons des poids connus de phosphore rouge ou ordinaire: faisons le vide, fermons à la lampe, puis chauffons à une température constante, par exemple à 447°. Nous constatons que le phosphore rouge chauffé en vase clos donne du phosphore ordinaire et qu'inversement le phosphore ordinaire donne du phosphore rouge, mais la limite de ces deux transformations est la même. Elles s'arrêtent à 447° lorsqu'il y a par litre $3^{gr},6$ de phosphore ordinaire, ce qui correspond à une tension de $1^{atm},75$.

Si à 447° on chauffe dans l'espace clos que l'on considère un poids de phosphore ordinaire moindre que $3^{gr},6$ par litre, il ne se produit plus de phosphore rouge ; c'est ainsi qu'une très petite quantité de liquide chauffé dans un tube scellé se vaporise toute entière.

Dans le cas du phosphore, l'expérience montre que la

limite ne se produit pas instantanément; il faut donc, outre la limite, considérer la vitesse de la réaction. On tend très vite vers la limite, si l'on part d'un très grand poids de matière ; très lentement, si l'on part de très petites quantités. La transformation est d'autant plus rapide que la température est plus élevée : pour atteindre la limite, il faut quelques heures à 447°; il faudrait plusieurs jours vers 300°. Ainsi, dans la production industrielle du phosphore rouge, on est forcé de chauffer pendant environ huit jours le phosphore ordinaire pour le changer à peu près complètement en phosphore rouge à une température comprise entre 250° et 280°.

Réaction de l'acide carbonique sur le gaz ammoniac. — La combinaison incomplète du gaz ammoniac avec l'acide carbonique aux températures ordinaires fournit l'exemple curieux d'un phénomène dyssymétrique relativement aux deux éléments qui réagissent. En effet, les volumes gazeux qui se combinent ne sont pas égaux : 1 volume d'acide carbonique réagit sur 2 volumes d'ammoniac.

Cette dyssymétrie se traduit par une inégalité d'action des deux éléments dans la production de l'équilibre. Ici, c'est sous l'état solide que se trouve être le produit de la réaction (carbonate anhydre d'ammoniaque ou carbamate d'ammoniaque), mais les deux composants sont gazeux : on peut donc les faire réagir en proportions non atomiques ; or des excès égaux de l'un ou de l'autre gaz ne produisent pas le même effet.

Ce phénomène est connu aujourd'hui dans ses détails numériques par des expériences très nombreuses dues à M. Horstmann, à MM. Engel et Moitessier, et à M. Isambert.

Lorsque l'équilibre est établi, soit x la pression totale du gaz ammoniac et y la pression totale de l'acide carbonique ; cette pression totale est la somme de la tension du

gaz libre ajouté en excès et de celle qui appartient au même gaz dans la tension de dissociation du carbonate anhydre d'ammoniaque à la température considérée. Si l'on appelle C une constante, l'expérience établit la rélation :

$$x^2 y = C.$$

Ainsi supposons deux tubes barométriques placés sur le mercure : leur intérieur a été préalablement tapissé de carbonate anhydre d'ammoniaque qui, par sa dissociation, a produit une certaine tension de mélange gazeux. Ajoutons deux volumes égaux de gaz : acide carbonique pour l'un des tubes, ammoniac pour l'autre. Nous verrons peu à peu le volume gazeux diminuer dans les deux tubes, ce qui prouve que l'excès de l'un des gaz provoque une nouvelle combinaison, ou, en d'autres termes, que, grâce à cet excès, la dissociation diminue. Mais la diminution ne sera pas égale dans les deux tubes et les pressions observées lorsque l'équilibre sera atteint satisferont à la formule indiquée.

La constante C peut se déterminer d'après le cas particulier où l'on n'ajoute pas de gaz libre, car alors la pression p observée est simplement la tension de dissociation du composé solide placé dans le vide à la température considérée. Comme 1 volume d'acide carbonique se combine à 2 volumes d'ammoniac, la portion de p propre à l'acide carbonique est $\frac{1}{3} p$ et la portion propre à l'ammoniac est $\frac{2}{3} p$, de sorte qu'on a :

$$x^2 y = \frac{4}{27} p.$$

Action du fer sur la vapeur d'eau. — Des lois toutes semblables se retrouvent pour les décompositions partielles opérées par l'intervention d'un corps simple. Prenons pour exemple l'expérience classique de la décom-

position de la vapeur d'eau par le fer chauffé au rouge, qui a servi à la fin du XVIIIe siècle à établir la composition de l'eau :

$$3\,Fe + 4\,HO = Fe^3\,O^4 + 4\,H.$$

Cette réaction semble contradictoire avec la réduction des oxydes de fer par l'hydrogène. On sait en effet que dans les mêmes conditions de température, l'oxyde de fer, chauffé dans un courant d'hydrogène, donne de la vapeur d'eau et du fer métallique.

Mais opérons, comme l'a fait M. Deville, dans un espace limité, chauffé à température constante : soumettons un poids quelconque de fer à l'action de la vapeur d'eau en empêchant toute condensation de vapeur de manière que la tension de la vapeur d'eau soit constante. Dans ces conditions, le fer s'oxyde seulement jusqu'à une certaine limite, et cette limite est définie par une certaine tension de l'hydrogène produit.

Ainsi lorsque la tension de la vapeur d'eau reste constante et égale à $4^{mm},6$ on a les tensions suivantes de l'hydrogène :

Température du fer.	Tensions de l'hydrogène sec.
200 degrés	95,9 mill.
265 »	64,2 »
360 »	40,4 »
440 »	25,8 »
860 »	12,8 »
1040 »	9,2 »
1600 »	5,1 »

Pour une même température, il y a à peu près proportionnalité entre les tensions de l'hydrogène et les tensions correspondantes de la vapeur d'eau.

La décomposition est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Ainsi, à 200 degrés, la limite n'est

atteinte qu'au bout de plusieurs jours : à 360 degrés, il faut quelques heures, et à 1600 degrés, quelques minutes.

La réaction de l'acide chlorhydrique gazeux sur le fer chauffé au rouge conduit à des résultats analogues (M. Isambert).

Doubles décompositions partielles. — Citons enfin, comme autre exemple, l'action des sels insolubles sur les sels solubles, telle que la décomposition du sulfate de baryte par le carbonate de soude :

$$Ba\,O, SO^3 + Na\,O, CO^2 = Ba\,O, CO^2 + Na\,O, SO^3.$$

Ce sont les expériences classiques de Dulong, complétées depuis par divers chimistes.

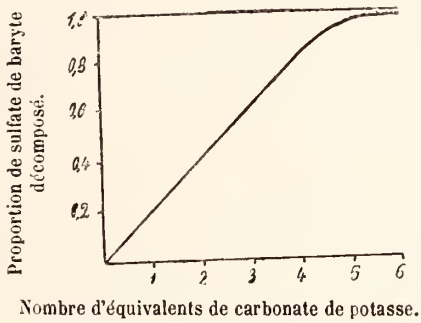


Fig. 1.

Cette décomposition, effectuée par voie humide, est limitée, et la limite varie, soit avec la température, soit avec les quantités relatives des deux corps. Mais, en prenant un grand excès de carbonate alcalin, elle devient sensiblement complète : 5 ou 6 équivalents de carbonate alcalin pour 1 équivalent de sulfate de baryte suffisent pour obtenir ce résultat : c'est ainsi qu'on arrive en analyse chimique à désagréger les substances minérales les plus compactes. Cette influence, exercée sur la décomposition

par un excès de l'un des corps, fournit l'exemple classique de ce qu'on est convenu d'appeler l'*action de masse.*

Le tracé graphique ci-dessus (fig. 1) montre comment varie la décomposition à mesure qu'on augmente la proportion de carbonate alcalin, à la température de 100°.

III

EXPÉRIENCES SUR LES SYSTÈMES HOMOGÈNES.

Dans les systèmes homogènes, où tous les corps en présence sont liquides ou bien tous gazeux, les équilibres chimiques sont soumis aux lois suivantes :

1° *La limite de la réaction, pour une température donnée, est définie par une certaine tension des produits gazeux si le système est gazeux, ou par une certaine proportion des éléments liquides si le système est liquide.*

2° Mais ce qui domine, c'est l'action de masse : *L'excès de l'un des corps actifs fait varier considérablement et d'une manière continue la grandeur de la limite.*

Dissociation de l'acide iodhydrique. — Pour étudier la dissociation dans les systèmes homogènes, j'ai pris pour type l'acide iodhydrique gazeux qui, au-dessus de 200°, se dédouble en hydrogène gazeux et en vapeur d'iode sans changer de volume :

$$\underset{4\text{ vol.}}{HI} = \underset{2\text{ vol.}}{H} + \underset{2\text{ vol.}}{I}$$

Introduisons dans un ballon en verre de l'acide iodhydrique gazeux ; fermons à la lampe et chauffons à 447° : le gaz se décompose, et, en refroidissant brusquement, on trouve de l'hydrogène. Inversement, si dans un ballon identique on chauffe le même temps et à la même température un mélange à équivalents égaux d'hydrogène et de

vapeur d'iode, il y a combinaison. L'expérience montre tout d'abord que ces deux réactions inverses tendent vers une seule et même limite, mais avec une grande lenteur.

1° Quand la température augmente, la limite varie, car la décomposition augmente : ainsi dans les mêmes conditions de pression les 19 % de l'acide iodhydrique sont dissociés à 350°, les 0,25 à 447°. La température exerce une influence encore plus considérable sur la vitesse de la réaction : pour atteindre la limite, il faut compter par mois à 260°, par jours à 350°, par heures seulement à 447°.

2° A une même température la décomposition augmente quand la pression diminue : il en résulte qu'un vide partiel peut suffire à augmenter la dissociation ; mais les différences ne sont pas extrêmement marquées (1), comme on le voit par les résultats numériques suivants :

Pression en atmosphères à 447°	Proportion de H I décomposé à 447°
atm.	
4,5	0,24
2,3	0,25
0,9	0,26
0,2	0,29

3° Mais ce qui est surtout frappant dans ces expériences, c'est l'action de masse, c'est-à-dire les modifications profondes que l'excès de l'un des corps réagissants exerce sur les conditions de l'équilibre. Chauffons à 447° d'un côté de l'acide iodhydrique pur, de l'autre de l'acide iodhydrique mêlé d'hydrogène : l'excès de ce gaz empêchera la décomposition d'être aussi complète. Ainsi à 447° on a les

(1) Dans les applications de la théorie mécanique de la chaleur indiquées plus loin, on interprète ces variations de la dissociation avec la pression en admettant que les gaz ne sont pas à l'état de gaz parfait ; car la combinaison, se faisant sans condensation entre l'hydrogène et la vapeur d'iode, ne correspond pas à une production de travail lorsque la température reste constante.

résultats numériques inscrits ci-dessous et représentés graphiquement par la fig. 2.

H I	0.25 de H I décomposés
H I + H	0.16
H I + 2 H	0.13
H I + 3 H	0.12

Les expériences de M. Friedel sur la combinaison faible formée par l'oxyde de méthyle avec l'acide chlorhydrique conduisent à des conclusions analogues.

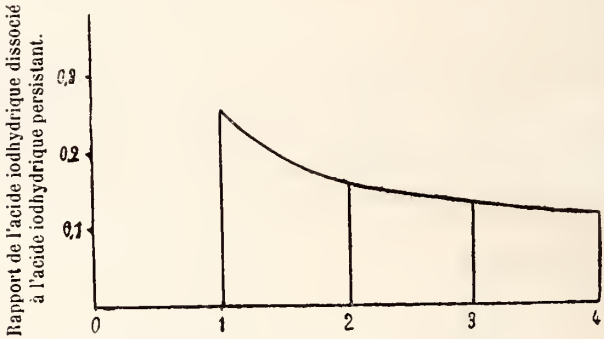


Fig. 2.

4° En présence d'un corps poreux comme la mousse de platine, agissant à la même température que dans les expériences précédentes, l'acide iodhydrique se décompose jusqu'à une limite sensiblement la même que sous l'influence de la chaleur seule ; inversement, la combinaison de l'hydrogène et de la vapeur d'iode se fait jusqu'à la même limite (1). Seulement, avec le corps poreux, on arrive presque immédiatement à l'équilibre, tandis qu'avec la chaleur seule on ne l'obtient que plus ou moins lentement : ainsi à 350° à la pression de 2 atmosphères, il faut envi-

(1) Les données numériques sur l'influence de la mousse de platine dans la décomposition de l'acide iodhydrique sont dues à M. Hautefeuille : elles se trouvent coïncider avec les résultats de mes expériences sur la décomposition opérée par la chaleur seule.

ron 300 heures. Or cette différence est précisément de même ordre que celle que l'on observe en variant la pression des systèmes gazeux ; nous venons de voir en effet que dans les gaz condensés l'équilibre se produit beaucoup plus vite que dans les gaz raréfiés. On peut en conclure que les corps poreux ne produisent leurs réactions si singulières qu'à cause de la condensation toute physique qu'ils produisent sur les gaz. En d'autres termes ces expériences donnent *l'explication physique du rôle chimique des corps poreux*.

Transformation allotropique de la vapeur d'iode. — Comme transformation allotropique limitée de corps gazeux, l'exemple le plus net est fourni par la vapeur d'iode.

La densité de vapeur de l'iode, déterminée par expérience jusque vers la température de 600° ou 700°, coïncide avec le nombre théorique 8,8 nécessaire pour que les poids moléculaires de la vapeur d'iode, de l'hydrogène et du chlore occupent le même volume, conformément aux analogies chimiques les plus certaines. On avait toujours cru que cette densité était constante à toutes les températures. Or M. Meyer a constaté récemment qu'elle diminue à des températures très élevées et que, vers 1500°, elle est à peu près la moitié de la densité normale : il y a donc une détente de la vapeur d'iode, et les choses se passent comme si à ces hautes températures la molécule d'iode se dissociait en deux atomes, absolument comme un corps composé se dissocie en ses éléments :

$$I^2 = I + I$$

Ce fait si curieux étant bien établi, MM. Crafts et Meier ont étudié l'influence de la pression, et ils ont constaté qu'à de très faibles pressions cette espèce de dissociation du corps simple devient beaucoup plus marquée. Représentons les variations de densités observées par une courbe

où les abscisses sont proportionnelles aux températures et les ordonnées aux densités de vapeur (fig. 3). On voit que à $\frac{1}{10}$ d'atmosphère la densité de vapeur est, pour une même température, beaucoup plus faible qu'à une atmosphère. Il faut donc en conclure qu'un vide partiel peut augmenter la dissociation.

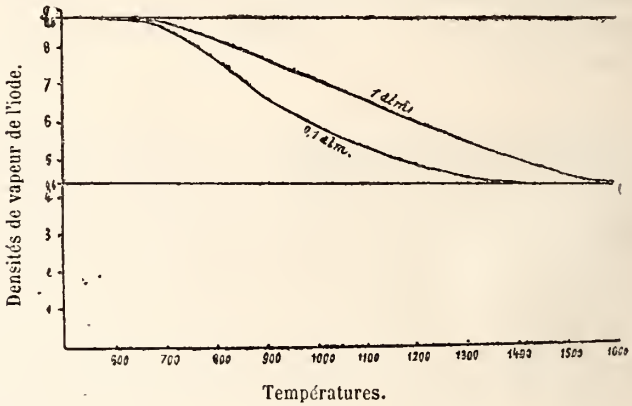


Fig. 3.

Équilibre entre deux réactions chimiques dans l'éthérification. — Pour les équilibres entre deux réactions chimiques, on retrouve des résultats analogues. Insistons surtout sur l'éthérification des différents acides par les alcools, étudiée dès 1862 par M. Berthelot d'une manière si précise et si complète.

Lorsqu'un alcool réagit sur un acide, il se forme un éther qui représente la combinaison des deux corps avec élimination d'eau :

$$C^4H^6O^2 + HCl = H^2O^2 + \text{éther chlorhydrique}$$
$$C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 = H^2O^2 + \text{éther acétique.}$$

Inversement, un éther est décomposé lentement par l'eau en redonnant l'alcool et l'acide. Chacune de ces deux réactions inverses est limitée. Les expériences ont porté sur-

tout sur les corps à l'état liquide, formant un système homogène où l'alcool, l'acide, l'éther et l'eau se trouvent dissous les uns dans les autres.

Ici la limite reste sensiblement la même, 66 $\frac{0}{0}$ quelle que soit la température. Il se trouve en outre qu'elle est indépendante de la nature de l'alcool et de l'acide employé (1).

Mais la vitesse de la réaction varie extrêmement avec la température. A froid, il faut des années pour arriver à la limite : c'est ainsi que les vins acquièrent en vieillissant un « bouquet » particulier, par suite de la formation de certains éthers. Vers la température de l'ébullition, l'éthérification est encore très lente : quand on distille un mélange d'alcool et d'acides organiques, on n'obtient que quelques traces d'éther. A 150° ou 200°, en tubes scellés, quelques heures suffisent pour atteindre la limite.

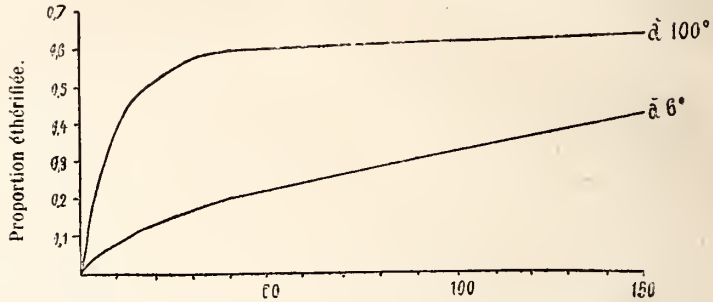
La lenteur de l'éthérification ne tient pas d'ailleurs à la durée de la diffusion nécessaire pour établir l'homogénéité du liquide : en effet, à 81° après 21 heures de contact entre l'alcool et l'acide acétique, on trouve des nombres sensiblement identiques avec un tube scellé et immobile ou avec un ballon renfermant le liquide en ébullition.

Le tracé graphique ci-dessous (fig. 4) représente comment varie la marche progressive de la réaction avec la température.

Dans ces phénomènes, on retrouve encore l'*action de masse*. Si, au lieu de prendre l'alcool et l'acide en quantités équivalentes, on fait réagir un excès d'acide sur l'alcool, la limite change progressivement et il y a une plus grande proportion d'alcool éthérifié. L'alcool se rapproche alors indéfiniment de l'état de combinaison totale, parce que l'excès d'acide tend à atténuer l'influence anta-

(1) D'après M. Mentschutkine, la limite de l'éthérification ne devient différente que pour les isomères des alcools ordinaires (alcools secondaires et tertiaires), et elle fournit ainsi l'un des moyens les plus nets de reconnaître cette isomérie.

goniste de l'eau. En même temps, la vitesse de l'éthérification augmente avec l'excès de l'un des corps réagissants.



Temps exprimé en jours à la température de 6° et en heures à 100°.

Fig. 4.

Équilibre entre deux réactions chimiques dans les dissolutions de bicarbonate de chaux. — Le carbonate de chaux se dissout dans l'eau à la faveur de l'acide carbonique; mais les proportions de carbonate de chaux et d'acide carbonique dissous ensemble varient selon les circonstances et ne peuvent être représentées par une formule chimique: c'est que, dès la température ordinaire, le bicarbonate de chaux subit une véritable dissociation. Nous classons ce phénomène dans l'étude des systèmes homogènes parce que, quoique le carbonate neutre de chaux soit très peu soluble dans l'eau, les corps qui réagissent sont en réalité les dissolutions de carbonate neutre, de bicarbonate et d'acide carbonique.

M. Schloesing a étudié avec une extrême précision comment, pour une température donnée, la proportion de bicarbonate restant en dissolution varie avec la tension de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère gazeuse ambiante. Entre un demi-millième d'atmosphère et une tamosphère, *les valeurs de la tension de l'acide carbonique*

et les quantités de bicarbonate correspondant forment deux progressions géométriques de raisons différentes.

En appelant x la tension de l'acide carbonique en atmosphères, y le poids de bicarbonate (estimé à l'état de carbonate neutre équivalent) en milligrammes contenus dans un litre, on a pour la température de 16 degrés:

$$x^{0,379} = 0,921\ y.$$

Le carbonate de baryte, d'après M. Schlœsing, et le carbonate de magnésie, d'après M. Engel, suivent une loi semblable lorsqu'ils se dissolvent dans l'eau à la faveur de l'acide carbonique.

IV

INTERPRÉTATION DES PHÉNOMÈNES DE DISSOCIATION ET D'ÉQUILIBRE CHIMIQUE.

Les faits d'expérience constatés dans les réactions partielles s'expliquent d'une manière naturelle et logique en considérant ces phénomènes comme le résultat d'un équilibre chimique.

Limite. — *La limite qui caractérise toutes les réactions partielles résulte simplement de l'antagonisme entre deux actions inverses simultanées qui s'équilibrent l'une l'autre parce que l'une tend à décomposer et l'autre à reformer la combinaison.*

Pour fixer les idées, attachons-nous spécialement aux phénomènes de dissociation.

On chauffe un corps composé dans un espace clos et limité, tel qu'un tube scellé, porté tout entier à la même température. Alors, rien ne s'échappe, même quand il s'agit d'un système non homogène tel que le carbonate de chaux. Grâce à ces conditions particulières et en quelque

sorte forcées, le corps composé et les produits de sa dissociation restent toujours maintenus en présence les uns des autres : les choses se passent comme pour l'eau qu'on fait bouillir dans la chaudière d'une machine à vapeur pour avoir de la vapeur à forte pression au lieu de la faire bouillir à l'air libre.

Or, dans ces conditions, il se produit deux actions simultanées inverses, l'une qui tend à décomposer le corps composé, l'autre à le reformer. Prenons pour exemple l'acide iodhydrique que l'on chauffe à une température constante. La chaleur tend à décomposer ce gaz comme elle le fait pour tous les corps: la quantité de chaleur versée par la source de chaleur est absorbée en partie par le corps composé et usée à effectuer un travail chimique de décomposition (1). Mais, d'après le mode d'expérience adopté, c'est-à-dire en opérant en vase clos, les atomes ainsi devenus libres ne s'en vont pas très loin: ils restent en présence les uns des autres et finissent par se retrouver dans le voisinage les uns des autres; comme l'affinité chimique subsiste encore à la température de l'expérience, ils tendent à se recombiner. Il y a donc deux actions simultanées: la chaleur qui décompose, l'affinité chimique qui tend à recombiner. Il résulte de là qu'au bout d'un temps plus ou moins long, il s'établira un équilibre

(1) La dissociation, de même que la décomposition totale, est caractérisée par l'absorption d'une certaine quantité de chaleur par le corps composé: elle correspond à un certain travail moléculaire consommé, aux dépens du milieu ambiant, pour détruire la combinaison.

Il résulte de là qu'on ne peut pas appliquer sans quelque réserve aux phénomènes de dissociation le principe du travail maximum enseigné en thermochimie. Ce principe est énoncé par M. Berthelot sous la forme suivante: " Tout changement chimique accompli *sans l'intervention d'une énergie étrangère* tend vers la production du corps ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur. „ Il faut donc, pour les phénomènes de dissociation, considérer comme une " énergie étrangère „ la chaleur versée par la source, ou l'acte de l'échauffement. On ne pourrait en faire abstraction que pour des réactions s'opérant au zéro absolu ou à une température très inférieure à celle où la décomposition commence.

quand, dans un temps donné, il y aura autant de composé détruit qu'il y en a de reformé (1). En résumé, on arrivera à un état où la décomposition ne sera pas complète, et où la combinaison ne sera pas non plus complète; on tendra donc vers une limite qui pourra s'établir ou très vite, ou très lentement, mais qui sera la même quel que soit le point de départ, c'est-à-dire le corps composé ou le mélange des deux éléments.

Cette explication, donnée pour le cas particulier de la dissociation, est tout à fait générale : elle s'étend aux équilibres entre deux réactions chimiques telles que l'éthérification.

Systèmes homogènes. — Dans le cas des systèmes homogènes, on a constaté par expérience qu'une influence dominante est l'action de masse : si à de l'acide iodhydrique on ajoute de l'hydrogène, il y aura moins d'acide iodhydrique décomposé.

Ce résultat se conçoit aisément : dans une atmosphère gazeuse en équilibre, contenant un corps composé HI et ses deux éléments I et H, on ajoute un excès de H, le premier élément se trouve en quelque sorte saisi de tous côtés par le second, il peut plus facilement satisfaire son affinité ; il s'en combine donc une plus forte quantité dans un temps donné. La décomposition de l'acide iodhydrique par la chaleur se faisant toujours de la même manière, on voit que la limite changera avec l'excès du second élément et que la combinaison du premier deviendra de plus en plus complète.

(1) Quelques personnes hésiteront peut-être à admettre, comme résultant nécessairement des faits, l'existence réelle de cet équilibre mobile, de ce perpétuel échange des atomes passant de l'état libre à l'état combiné. Mais on doit au moins reconnaître que si l'équilibre, une fois établi, vient à être un tant soit peu dérangé, il se rétablira nécessairement d'après les indications qui précèdent. En d'autres termes, tous nos raisonnements, tous nos calculs peuvent être repris sous la forme que l'on adopte en mécanique pour l'étude des vitesses virtuelles.

Systèmes non homogènes.— Dans le cas des systèmes non homogènes, l'expérience montre que la décomposition se poursuit jusqu'à ce que les produits gazeux aient atteint une certaine limite : le carbonate de chaux, par exemple, se décompose jusqu'à ce qu'il y ait une certaine tension d'acide carbonique produit, et pas au delà.

Ce résultat vient de ce qu'alors la répartition des éléments est déterminée uniquement par les actions qui s'exercent à la surface de séparation. Il peut bien y avoir dans l'intérieur des morceaux compacts de carbonate de chaux une série de décompositions, suivies de combinaisons nouvelles; mais, ce qu'on mesure, c'est le phénomène résultant de l'action de surface.

Pour préciser, supposons qu'en chauffant du carbonate de chaux en vase clos, on ait atteint l'équilibre. A ce moment, faisons communiquer le ballon avec une grande enceinte contenant de l'acide carbonique à la même pression : il semble évident que l'équilibre ne sera en rien troublé. Cet équilibre dépend donc uniquement de la tension du gaz et nullement du volume absolu.

Circonstances à l'appui des interprétations précédentes. — Les interprétations précédentes sont corroborées par l'examen de toutes les circonstances qui peuvent venir troubler la limite et empêcher l'établissement d'un équilibre chimique.

Si l'on prend un corps composé dont les éléments ne se combinent pas à la température de l'expérience, la décomposition sera indéfinie, car une seule des actions inverses se fera sentir. C'est ce qui a lieu pour la décomposition du carbonate de plomb en oxyde de plomb et acide carbonique : elle est illimitée.

La décomposition peut être rendue illimitée pour les corps composés solides les plus aptes aux expériences de dissociation. C'est ce qu'apprend une expérience presque

vulgaire : il n'y a qu'à chauffer du carbonate de chaux dans un creuset ouvert pour le changer entièrement en chaux caustique : le produit gazeux de la décomposition, c'est-à-dire l'acide carbonique, s'en va dans l'atmosphère et, ne restant pas en présence de la chaux, il ne peut plus s'y recombiner. Si l'on veut que la décomposition marche plus vite, on n'a qu'à faire arriver dans le creuset un courant d'un gaz autre que l'acide carbonique, par exemple de l'air et de la vapeur d'eau, car alors l'acide carbonique ne peut plus rester un seul instant en contact avec la chaux.

La présence d'un réactif absorbant peut rendre la décomposition indéfinie en supprimant l'une des deux actions inverses. Chauffons du phosphore rouge dans un ballon vide et scellé à la lampe : la transformation sera limitée. Mais mettons en présence un petit tube contenant du cuivre : ce métal formera du phosphure de cuivre en absorbant les vapeurs de phosphore ordinaire au fur et à mesure de leur production, et alors la transformation du phosphore rouge, tout en étant encore lente, deviendra illimitée.

On voit qu'en définitive les phénomènes de dissociation et tous ceux qui s'y rattachent sont des phénomènes de *statique chimique*, absolument comparables à ceux qui se trouvent résumés dans les lois de Berthollet. En versant de l'acide sulfurique dans l'azotate de baryte, il y a au premier moment partage entre les deux acides ; mais le sulfate de baryte formé, étant insoluble, se trouve éliminé du champ de la réaction ; l'équilibre est incessamment rompu et la décomposition finit par devenir complète. Au contraire, en faisant réagir de l'acide chlorhydrique sur de l'azotate de soude, il se produit un équilibre stable, parce que tous les corps dont l'existence est possible sont solubles et qu'ils restent ainsi en présence les uns des autres.

Enfin, les équilibres chimiques peuvent se produire dans d'autres circonstances que pour les phénomènes de dissociation. Tels sont les équilibres électriques. L'oxygène

électrisé pendant longtemps en vase clos donne de l'ozone, mais la réaction est limitée. C'est que l'électricité tend à changer l'oxygène en ozone en déterminant à son profit une absorption de chaleur, mais qu'en même temps la chaleur développée par l'étincelle ou même par l'effluve tend à détruire l'ozone formé. En effet, lorsqu'on absorbe l'ozone au fur et à mesure qu'il se forme, par exemple avec l'iodure de potassium ou avec l'argent humide, la transformation de l'oxygène peut être rendue complète (MM. Fremy et Edm. Becquerel).

V

THÉORIE FONDÉE SUR L'ÉTUDE DE LA VITESSE DES RÉACTIONS.

On a appliqué des considérations mathématiques à l'étude théorique de toutes les questions dont nous venons de résumer l'étude expérimentale. On arrive aujourd'hui, étant donné, pour un certain corps, un seul des nombres d'une expérience, à calculer tous les autres. Si la comparaison n'était pas trop ambitieuse, on pourrait dire que ce résultat rappelle ceux de l'astronomie, où, ayant une seule position d'un astre sur son orbite, on calcule toutes les autres positions.

Deux théories principales ont été formulées, l'une fondée sur l'étude de la vitesse des réactions, l'autre s'appuyant sur la théorie mécanique de la chaleur.

La théorie fondée sur l'étude des vitesses des réactions, telle que je l'ai présentée en 1871, n'est autre chose que la traduction en langage mathématique de l'interprétation que nous venons de développer pour les phénomènes d'équilibre chimique, et où nous avons suivi pas à pas les données de l'expérience. Nous avons vu que la limite y est produite par l'antagonisme de deux actions inverses simul-

tanées. Évaluons séparément la vitesse de chacune de ces actions.

Décomposition indéfinie. — Considérons d'abord un corps qui se décompose à une température fixe par l'effet d'une cause telle que la chaleur qui agit simultanément sur toute la masse.

Chaque particule se transforme en quelque sorte pour son compte indépendamment de ce qui se passe autour d'elle. On doit donc admettre que la quantité décomposée pendant un temps infiniment petit est proportionnelle au poids de la substance employée, poids qui à l'origine était P et qui à l'instant considéré est P—Y. On a donc

$$d\,\mathrm{Y} = a\,(\mathrm{P} - \mathrm{Y})\,dt.$$

Combinaison illimitée dans un système non homogène. — Considérons maintenant un corps qui, mis en présence d'un autre, se combine plus ou moins rapidement, et supposons que leur ensemble forme un système non homogène. Ce sera, par exemple, un solide réagissant sur un liquide ou sur un gaz : tel serait le cas d'un métal attaqué par du chlore gazeux ou en dissolution, ou bien par un acide étendu. Soit N′ le nombre des molécules du réactif contenues dans un litre, nombre qui est proportionnel à sa concentration s'il est liquide, à sa tension s'il est gazeux. La quantité de composé dy formé dans le temps dt dépend d'abord de N′ et elle en est une certaine fonction $f(\mathrm{N}')$. Elle est d'ailleurs proportionnelle à la surface libre S du corps solide, puisque la réaction est uniquement superficielle : on a donc en appelant b' une constante :

$$dy = b'\,\mathrm{S}\,f\,(\mathrm{N}')\,dt,$$

relation qui se réduit souvent à celle de simple proportionnalité :

$$dy = b'\,\mathrm{S}.\,\mathrm{N}'\,dt.$$

Combinaison illimitée dans un système homogène. — Considérons maintenant deux corps qui se combinent plus ou moins rapidement, le système étant homogène : ce seront par exemple deux gaz. Soient N et N′ les nombres des molécules des deux gaz à l'état de liberté contenues dans un litre.

1° Supposons d'abord que la combinaison ait lieu à volumes égaux, 1 atome du premier gaz pour un atome du second. La quantité du composé produit dans le temps dt dépendra à la fois du rapprochement des molécules réagissantes, c'est-à-dire de la pression et de l'excès de l'un des gaz par rapport à l'autre ; car, si pour 1 équivalent du premier corps, on prend successivement 1, 2, 3, 4, 5, ... 10 équivalents du second, la combinaison deviendra de plus en plus rapide. Si l'on considère un nombre donné d'atomes du premier gaz, il en entrera en combinaison dans un temps donné une portion d'autant plus grande qu'il trouvera à sa disposition, dans son rayon d'activité chimique, un plus grand nombre d'atomes du second gaz : cette combinaison du premier gaz dépend donc de N′. Réciproquement, si l'on considère un même nombre d'atomes du second gaz, la portion combinée dans le même temps dépend de N. Il résulte de là que le poids dy de combinaison formée dans le temps dt sera représenté par une expression telle que

$$dy = b\,\mathrm{N}\,\mathrm{N}'\,dt,$$

ou plus généralement

$$dy = b.\,f(\mathrm{N})\,f(\mathrm{N}')\,dt.$$

2° Supposons maintenant que la combinaison ait lieu à raison de 1 volume du premier gaz pour 2 volumes du second, soit 1 atome pour 2 atomes. Alors il n'y a plus symétrie entre les deux actions. Mais on peut admettre qu'il se forme d'abord une combinaison éphémère et instable renfermant 1 volume du premier gaz pour 1 volume

seulement du second : dans le temps dt, il se produit d'abord bNN'; puis la combinaison définitive se forme par l'union de N' nouveaux atomes du second gaz, de sorte qu'elle correspond à bNN'^2. On a donc :

$$dy = bNN'^2\, dt,$$

expression qu'on peut généraliser comme la précédente.

La formule de simple proportionnalité s'applique nécessairement pour les gaz à pression extrêmement réduite : pour préciser, supposons que les atomes soient assez éloignés l'un de l'autre pour que la sphère d'action de chacun d'eux, c'est-à-dire la distance à laquelle agit l'affinité chimique, soit plus petite que la distance moyenne des atomes. Alors, on peut calculer la probabilité pour que, dans le mouvement propre aux gaz, un atome du premier corps vienne en rencontrer un du second : or le nombre de rencontres dans un volume donné est proportionnel à la concentration de chacun des deux corps. J'arrive ainsi, par un calcul qu'il serait trop long de développer ici, à retrouver la formule simple déjà obtenue tout à l'heure(1).

Ces principes étant posés, nous pouvons revenir aux phénomènes d'équilibre chimique et notamment à ceux de dissociation. Il y a alors deux actions inverses qui s'exer-

(1) Ce cas d'atomes extrêmement éloignés les uns des autres est laissé de côté par la théorie mécanique de la chaleur ; car, pour appliquer le principe des forces vives, de l'énergie, etc., elle suppose toujours l'existence de forces exercées entre les atomes suivant la ligne droite qui les joint. Il résulte de là une divergence entre les formules obtenues, parce qu'elles répondent en réalité à des conditions expérimentales distinctes : aussi, suivant les cas que l'on étudie, c'est tantôt l'une, tantôt l'autre qu'il faut prendre.

Dans le cas d'atomes extrêmement éloignés les uns des autres, c'est-à-dire à des pressions très réduites, nous venons de dire que le calcul des probabilités de rencontre conduit à la formule :

$$dy = b\,N\,N'\,dt.$$

Dans le cas d'atomes assez rapprochés pour exercer une action les uns sur les autres, la théorie mécanique de la chaleur semble exiger, pour le cas de combinaisons gazeuses effectuées sans condensation comme l'acide iodhy-

cent simultanément et qui finissent par s'équilibrer : nous les évaluerons séparément l'une et l'autre.

Dissociation des systèmes non homogènes : carbonate de chaux. — Considérons un système non homogène formé par un corps composé et les produits de sa dissociation. Supposons, par exemple, que, dans un espace clos, on chauffe du carbonate de chaux à l'état de morceaux compacts. Le carbonate de chaux se décompose, mais en même temps l'acide carbonique peut se combiner à la chaux ; seulement les réactions qu'il y a lieu de considérer ici sont des réactions *superficielles*.

Soient dans un volume V, porté tout entier à la même température, P le poids total du système et (P — Y) le poids actuel du carbonate de chaux : il a déjà donné des quantités de chaux libre et d'acide carbonique qui sont proportionnelles à Y et que l'on pourrait calculer avec les valeurs numériques des équivalents. La tension de l'acide carbonique, qui dépend à la fois du poids et du volume, est donc proportionnelle à $\frac{Y}{V}$.

1° La combinaison partielle de l'acide carbonique déjà formé avec la chaux déjà mise en liberté s'effectue exclusivement à la surface des morceaux de calcaire. Ces morceaux sont recouverts d'une sorte d'enduit plus ou moins épais de chaux caustique, mais c'est seulement sur la dernière couche superficielle que tend à s'exercer l'action de

drique, que le changement de pression à température constante ne modifie pas le degré de dissociation, parce qu'alors il n'y a pas de travail produit. Si l'on accepte cette donnée théorique, et que l'on suppose les gaz parfaits, on est conduit pour l'acide iodhydrique à la formule :

$$dy = b\sqrt{N}\sqrt{N'}dt,$$

de sorte que la fonction dont il est question ci-dessus devient une fonction exponentielle où l'exposant est 1/2.

C'est pour n'avoir pas à distinguer entre ces différents cas que nous prenons une formule générale.

l'acide carbonique. La quantité de carbonate de chaux $(dY)_2$ ainsi reformé dans le temps dt est donc, d'après les principes admis, proportionnelle d'un côté à cette même surface S, de l'autre à la *tension* de l'acide carbonique (ou plus généralement à une fonction de cette tension). On a ainsi, en appelant b une constante :

$$(dY)_2 = b\,S.f\left(\frac{Y}{V}\right) dt.$$

2° La décomposition du carbonate de chaux peut se faire à l'intérieur même des morceaux compacts de calcaire, mais l'acide carbonique qui tend à se former dans l'intérieur de ces morceaux doit, avant de se dégager, traverser les différentes couches déjà plus ou moins décomposées : il peut s'y recombiner avec la chaux déjà libre, et l'intérieur de la substance se trouve ainsi être le siège d'une foule de réactions qui se passent chacune pour leur compte. Mais le dégagement définitif et seul mesurable est celui qui se fait à la surface S présentée par le calcaire à l'absorption de la chaleur : c'est celui de l'acide carbonique qui se répand dans le volume V non occupé par le carbonate de chaux. Nous admettrons donc que cette quantité de gaz dégagé $(dY)_1$ est proportionnelle à la surface S, et nous poserons :

$$(dY)_1 = a\,S\,dt.$$

Réunissons les effets des deux actions élémentaires ; il vient :

$$\frac{dY}{dt} = a\,S - b\,S.f\left(\frac{Y}{V}\right).$$

Au moment de l'équilibre, on aura

$$f\left(\frac{Y}{V}\right) = \frac{b}{a}.$$

Ainsi le phénomène est limité par une tension qui est constante quels que soient le poids et l'état de division du calcaire employé : c'est ce que montrent les expériences de M. Debray.

Seulement, toutes choses étant égales d'ailleurs, on tendra vers la limite d'autant plus vite que l'état de division, c'est-à-dire la surface S correspondant à un même poids, sera plus grand.

Réaction de l'acide carbonique sur l'ammoniac. — Comme autre exemple de dissociation pour un système non homogène, prenons l'action de l'acide carbonique sur l'ammoniac, ce qui donne un composé solide. Les deux gaz ne se combinent pas à volumes égaux : pour un volume d'acide carbonique, il faut 2 volumes d'ammoniac.

Soient y et x les poids des deux gaz libres dans l'unité de volume à un moment donné, ou, si l'on veut, les pressions qui sont proportionnelles à ces poids. Cherchons quelle est la quantité combinée pendant le temps dt : elle est, d'après ce que nous avons vu, proportionnelle à y, à x et encore à x, soit à x^2y.

Mais, en même temps que les deux gaz se combinent partiellement, le composé solide formé se détruit en partie par l'action de la chaleur. Cette décomposition ne dépend que de la chaleur reçue par la masse du composé déjà formé. Comme ce composé est solide, il n'y a pas lieu de se préoccuper des réactions qui se passent, chacune pour leur compte, dans l'intérieur de la masse : le dégagement définitif et seul mesurable de gaz est celui qui se fait à la surface du corps solide, ordinairement condensé sur les parois du tube où se fait l'expérience. Ce dégagement de gaz est donc indépendant de la composition de l'atmosphère ambiante et par conséquent, pour une même température, nous pouvons le représenter par une constante K.

Dès lors l'équilibre, qui est atteint lorsqu'il se forme

dans un certain temps autant de composé qu'il s'en détruit, est caractérisé par l'équation :

$$K = b\,x^2\,y.$$

C'est précisément à cette relation que l'expérience a conduit.

Transformation allotropique de la vapeur d'iode. — Pour fixer les idées, étudions la transformation allotropique qu'éprouve la vapeur d'iode en se détendant à une température très élevée à différentes pressions : c'est une sorte de décomposition :

$$I^2 = I + I$$

Dans un espace de un litre, on introduit un poids p d'iode et on chauffe vers mille degrés. On a alors :

un poids y de vapeur d'iode détendue (I + I)
" $(p-y)$ " avec la condensation ordinaire I^2.

Cherchons comment varient ces proportions pendant le temps infiniment petit dt.

1° La chaleur versée par la source produit une décomposition nouvelle de la vapeur d'iode condensée :

$$(dy)_1 = a\,(p - y)\,dt.$$

2° Mais en même temps il se refait une certaine combinaison entre les atomes d'iode détendu qui se trouvent libres : il se reforme de l'iode ayant la condensation ordinaire. Si nous assimilons cette transformation à la combinaison de deux gaz identiques, la quantité transformée sera proportionnelle au produit de y par y, d'où :

$$(dy)_2 = by^2\,dt.$$

Réunissons ces deux actions élémentaires inverses :

nous aurons l'action finale qui est le phénomène réel, seul accessible directement à l'expérience :

$$\frac{dy}{dt} = a(p - y) - by^2.$$

Au moment de l'équilibre, il vient, tous calculs faits :

$$1 - \frac{y}{p} = \frac{b}{a}\left(\frac{y}{p}\right)^2 p.$$

On peut déterminer la constante en prenant pour donnée la valeur de $\frac{y}{p}$ pour une certaine pression ; on calcule alors la valeur de cette variable pour toutes les autres pressions. On peut d'ailleurs passer des poids p et $\left(\frac{y}{p}\right)$ aux densités de vapeur par un calcul facile, puisque les poids par litre sont proportionnels aux densités de vapeur. On arrive donc finalement à comparer les résultats de la théorie à ceux de l'expérience dans le tableau suivant, relatif à la température de 1250° :

Pressions exprimées en atmosphères.	Fraction de transformation $\frac{y}{p}$ à 1250° d'après la théorie.	Densités par rapport à l'air à 1250° d'après la théorie.	Densités par rapport à l'air à 1250° d'après l'expérience.
1,0	0,42	6,2	5,9
0,4	0,586 (donnée)	5,54 (donnée)	5,54
0,3	0,64	5,35	5,30
0,2	0,72	5,1	5,1
0,1	0,82	4,8	4,7

Éthérification. — Appliquons les mêmes considérations aux phénomènes d'équilibre qui se produisent dans l'action des alcools sur les acides, par exemple dans celle de l'alcool ordinaire sur l'acide acétique :

$$C^4 H^6 O^2 + C^4 H^4 O^4 = H^2 O^2 + \text{éther acétique.}$$

Prenons pour unité le nombre de molécules qui réagissent et appelons :

1 le nombre de molécules d'acide,
a „ d'alcool ajouté à l'origine,
e „ d'eau „
x le nombre de molécules d'éther formées à l'instant considéré.

Le liquide contient à l'instant considéré les nombres suivants de molécules :

Éther tout formé x	Acide libre $(1 - x)$
Eau „ $e + x$	Alcool libre $(a - x)$.

Dans le temps dt, l'alcool et l'acide libre réagissent pour former de l'éther : la quantité dx de cet éther, d'après ce que nous avons dit des combinaisons dans les systèmes homogènes, est proportionnelle aux masses agissantes :

$$dx_1 = b_1 (1 - x)(a - x)\, dt;$$

mais en même temps l'éther est décomposé par l'eau, et cette réaction est également proportionnelle aux masses réagissantes, éther et eau, de sorte qu'il se détruit une quantité dx_2 d'éther :

$$dx_2 = b_2\, x\, (e + x)\, dt.$$

La quantité d'éther dx définitivement formée dans le temps dt est évidemment la différence de ces deux actions inverses, d'où :

$$\frac{dx}{dt} = b_1 (1 - x)(a - x) - b_2\, x\, (e + x).$$

Cette équation donne la solution du problème dans tous ses détails.

Si on l'intègre, on a une formule qui donne la quantité d'éther formé au bout d'un temps quelconque.

Si l'on considère seulement l'équilibre, la formule l'ex-

prime parce que, dans un temps donné, il se détruit autant d'éther qu'il s'en forme : on a donc :

$$(1 - x)(a - x) = \frac{b_2}{b_1} x(e + x).$$

Dans cette formule, il n'y a plus qu'une constante. On la détermine en se donnant la proportion d'éther formé lorsque l'alcool et l'acide sont en proportions équivalentes, c'est-à-dire pour $a = 1$ et $e = 0$: on peut dès lors calculer la proportion d'éther formé pour différents excès d'alcool ou d'eau.

Or les résultats de ces calculs, qu'on peut diversifier presqu'à l'infini, sont tout à fait d'accord avec l'expérience. C'est ce que montrent les nombres suivants que j'emprunte aux mémoires publiés sur cette question par MM. Guldberg et Waage et par M. van 't Hoff.

Action de 1 molécule d'acide acétique sur 1 molécule d'acool à la température ordinaire.

Nombre de jours.	Proportion x éthérifiée	
	observée.	calculée.
0	0	0
10	0,087	0,054
19	0,121	0,098
41	0,200	0,190
64	0,250	0,267
103	0,345	0,365
137	0,421	0,429
167	0,474	0,472
190	0,496	0,499
. . . . .	. . . . .	. . . . .
infini	0,666	0,666 (donnée)

Action d'un acide sur un alcool en excès pris en différentes proportions.

Nombre a de molécules d'alcool pour 1 molécule d'acide.	Proportion x éthérifiée observée.	Proportion x éthérifiée calculée.
1	0,665	0,666 (donnée)
1,5	8,819 0,792	0,785
2,0	0,858	0,845
2,24	0,876	0,864
2,8	0,892	0,895
3,0	0,900	0,902
8,0	0,966	0,945

Action d'un acide sur un alcool pris en quantité équivalente, en présence d'un excès d'eau ajoutée en différentes proportions.

Nombre e de molécules d'eau en excès.	Proportion x d'acide éthérifié observée.	Proportion x d'acide éthérifié calculée.
0	0,665	0,666 (donnée)
0,50	0,614	0,596
1,00	0,547 0,559	0,542
1,50	0,486	0,500
2,00	0,452 0.458	0,465
3,00	0,407	0,410
6,5	0,284	0,288
11,5	0,198	0,212
49,0	0,070	0,080

Pour les mélanges où il y a à la fois excès d'alcool et excès d'eau, on trouve une concordance semblable entre les résultats de l'expérience et ceux de la théorie.

Dissolutions de bicarbonate de chaux. — Pour donner un exemple de cas où les formules deviennent plus complexes, considérons la dissociation des dissolutions de bicarbonate de chaux. On a dans un litre d'eau un certain poids très petit p de carbonate de chaux en dissolution ; il reste constant, parce que l'eau est toujours

maintenue en présence d'un excès de carbonate de chaux non dissous. Cette eau est placée en présence d'une atmosphère d'acide carbonique dont la tension reste constante pendant toute l'expérience : il en résulte un poids x de gaz dissous dans un litre d'eau, x étant sensiblement proportionnel à la tension de l'acide carbonique gazeux dans l'atmosphère ambiante. L'acide carbonique ainsi dissous se combine en partie au carbonate neutre dissous lui-même et donne un poids y de bicarbonate qui reste à l'état de dissolution.

Pour déterminer la relation entre y et x, remarquons que l'équilibre, qui s'établit ici presque instantanément, n'a lieu que parce que dans un temps donné il y a autant de bicarbonate formé que de bicarbonate décomposé. C'est la chaleur qui produit la décomposition, quoique l'expérience se fasse à la température ordinaire ; c'est l'affinité chimique qui produit la combinaison. Le poids de bicarbonate détruit dans un temps donné est donc proportionnel à sa masse y. Le poids de bicarbonate formé dans le même temps dépend des masses p et x de carbonate neutre et d'acide carbonique en état de réagir l'une sur l'autre : il est donc proportionnel, sinon à ces masses, au moins à des fonctions de ces masses. On peut donc écrire l'égalité suivante, où k' désigne une constante :

$$k'y = f(p) \times f(x).$$

Les expériences de M. Schlœsing montrent (1) que

(1) M. van 't Hoff a dernièrement rattaché, par des considérations assez plausibles, la valeur numérique de l'exposant β pour les milieux liquides aux données suivantes, caractéristiques de la dissolution saline sur laquelle porte l'expérience :

1° Solubilité des gaz dans la dissolution ;

2° Tension de vapeur de cette dissolution comparée à celle du dissolvant ;

3° Pression *osmotique*, c'est-à-dire pression avec laquelle l'eau de la dissolution cherche à traverser une membrane poreuse en abandonnant le sel de l'autre côté de la membrane ;

4° Température de congélation de la dissolution.

Seulement, pour le bicarbonate de chaux, les valeurs numériques de ces données sont très incertaines.

cette fonction est une exponentielle de la forme x^β ; d'ailleurs le poids p de carbonate de chaux en dissolution dans un litre est invariable ; de sorte que, si l'on désigne par k une nouvelle constante, on arrive à retrouver la relation :

$$x^\beta = ky.$$

VI

APPLICATION DE LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR AUX PHÉNOMÈNES D'ÉQUILIBRE CHIMIQUE.

L'étude des équilibres chimiques peut être abordée par une tout autre méthode que celle que nous avons suivie jusqu'ici, je veux dire en partant de la théorie mécanique de la chaleur. Les principes mêmes de cette théorie ne permettent que d'envisager les conditions de l'équilibre, abstraction faite des intermédiaires entre l'état initial et l'état final. En revanche, ils conduisent à des indications très précises sur l'influence de la température, et ils relient les tensions de dissociation aux quantités de chaleur dégagées dans les réactions.

De très grands développements ont été donnés dans ces dernières années à cette application de la thermodynamique. Je me bornerai, pour indiquer le principe de cette théorie, à examiner l'un des cas les plus simples en reproduisant un mode de calcul indiqué dès 1871 par M. Peslin.

On sait que le second principe de la théorie mécanique de la chaleur, le principe de Carnot ou de l'égalité de rendement, consiste en ce que, pour toutes les machines thermiques à marche réversible, fonctionnant dans le même

intervalle de température, il y a égalité de rendement. Ce rendement est $\frac{\Delta T}{T}$, en appelant ΔT l'intervalle de la température considérée et T la température absolue égale à $(t + 273)$, t étant la température en degrés centigrades.

Ce principe a permis d'établir une formule déterminant la loi des tensions maxima des vapeurs saturées en fonction de leurs chaleurs latentes de vaporisation. Si l'on reprend le raisonnement employé, on voit qu'il peut exactement s'appliquer aux phénomènes de dissociation. Cela se conçoit, car, comme le faisait remarquer M. Deville, il n'y a pas de différence essentielle entre les transformations d'état des corps, d'ordre physique ou d'ordre chimique : une vapeur diffère du corps liquide par une certaine quantité de chaleur, la chaleur latente de vaporisation : un corps composé diffère des éléments par une certaine quantité de chaleur, la chaleur de combinaison. Aussi la loi des tensions de vapeur à différentes températures est-elle entièrement semblable à la loi des tensions de dissociation.

Pour préciser ce qui est relatif à la dissociation, imaginons une machine thermique fondée sur la dissociation du carbonate de chaux (fig. 5). Par exemple, on chauffe ce corps vers mille degrés à la température T au-dessus du zéro absolu, et l'on emploie l'acide carbonique dégagé à soulever un piston ; puis on fait arriver le gaz dans un condenseur maintenu à une température inférieure $(T - \Delta T)$, où il trouve de la chaux vive avec laquelle il se recombine ; cette chaux pourrait être la même que celle qui provient de la dissociation et qu'on transporterait dans le condenseur. Ce phénomène est réversible, car si, par un moteur extérieur, on renverse le mouvement de la machine, la dissociation se produira dans l'enceinte à basse température et la combinaison se fera dans l'enceinte à haute température.

Évaluons le travail développé en raisonnant sur une quantité d'acide carbonique *consommé* égale au poids moléculaire de ce gaz.

Soit V son volume à T et P sa pression qui n'est autre que la tension de dissociation. Le travail développé est :

$$V \times \Delta P$$

La chaleur transportée du générateur au condenseur est Q : elle équivaut en travail à QE, en appelant E l'équivalent mécanique de la chaleur, 423 kilogrammètres. On a donc dépensé QE pour récolter $V \times \Delta P$, de sorte que le rendement de la machine est

$$\frac{V \times \Delta P}{QE}.$$

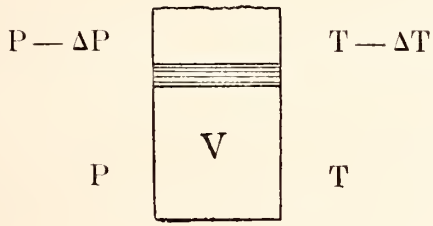


Fig. 5.

Or, d'après le principe de Carnot, toutes les machines thermiques qui fonctionnent dans un même intervalle de températures ont un seul et même rendement, savoir $\frac{\Delta T}{T}$. Donc

$$\frac{V \times \Delta P}{QE} = \frac{\Delta T}{T},$$

ou

$$\frac{dP}{dT} = \frac{1}{V} \times \frac{QE}{T}.$$

Le volume V occupé par le poids moléculaire d'acide carbonique à la pression P et à la température absolue T (ou t au-dessus du zéro ordinaire) s'exprime facilement en fonction du volume V_0 à la température de 0 centigrade

et à la pression normale P_0. En effet, d'après les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on a, en appelant α le coefficient de dilatation des gaz :

$$VP = V_0P_0(1 + \alpha t) = V_0P_0\alpha T.$$

Donc il vient finalement :

$$\frac{dP}{P} = \frac{QE}{\alpha V_0P_0} \times \frac{dT}{T^2}.$$

αV_0P_0 est une constante quelle que soit la nature du gaz, puisque nous raisonnons sur le poids moléculaire du gaz et que les poids moléculaires de tous les gaz supposés à l'état parfait occupent le même volume.

Tout dépend donc de la quantité de chaleur dégagée dans la formation du corps composé qui fait le sujet de l'expérience. Si cette quantité de chaleur était nulle, la tension de dissociation resterait constante à toute température. Si elle est positive, c'est-à-dire si le corps se forme avec dégagement de chaleur, ce qui a presque toujours lieu, les tensions de dissociation croissent avec la température, d'une manière analogue aux tensions maxima des vapeurs.

Il y a plus : les résultats numériques auxquels conduit cette formule sont sensiblement vérifiés par l'expérience. On peut, par exemple, se donner la loi de variation de la dissociation avec la température et en déduire par le calcul la chaleur de combinaison : on retrouve ainsi à très peu près le nombre fourni par l'observation directe.

Pour simplifier, nous avons, dans ce qui précède, raisonné sur le cas particulier d'un corps solide qui se dissocie en donnant un produit solide et un produit gazeux. On a étendu ces mêmes considérations à tous les cas que peut présenter la dissociation, et on a obtenu des formules semblables ; mais il est difficile de les établir sans avoir recours à certaines hypothèses plus ou moins dissimulées,

ou sans supposer implicitement connue la loi des variations de la dissociation lorsqu'on change la pression dans un milieu homogène gazeux. La question, ainsi généralisée, exige d'ailleurs des développements mathématiques qui nous paraissent un peu trop compliqués pour rentrer dans le cadre de cette publication.

VII

CONCLUSION.

Nous bornons ici l'exposé succinct de nos connaissances sur les questions d'équilibre chimique. Ce sont des phénomènes qui sont encore à l'étude, mais qui, par leur ensemble, forment déjà une branche nouvelle de la chimie. Elle contraste par ses allures avec ce caractère purement empirique que beaucoup de personnes attribuent encore à notre science : ce ne sont plus les brillantes expériences de cours qui nous attirent le plus. C'est que, comme le faisait remarquer Ampère dans sa classification des connaissances humaines, toute recherche scientifique est à l'origine d'ordre descriptif ; elle devient plus tard d'ordre rationnel et philosophique, en ne se bornant plus à rassembler et à coordonner des matériaux, mais en passant aux relations de causalité. C'est ce qui est arrivé en astronomie, en physique ; c'est ce qui commence à se produire en chimie. Le domaine nouveau que nous venons d'explorer est donc comme un premier essai de cette science comparée que tant d'esprits élevés ont appelée de leurs vœux et qui répond si bien aux tendances de la Société scientifique de Bruxelles.

GEORGES LEMOINE.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

Les personnes qui désireraient prendre une connaissance plus approfondie des travaux relatifs à la dissociation et aux équilibres chimiques peuvent recourir aux publications suivantes où ces questions se trouvent traitées avec des vues d'ensemble.

Henri Sainte-Claire Deville : Leçons professées à la Société chimique de Paris : sur la dissociation, les 18 mars et 1er avril 1864 ; sur l'affinité, les 28 février et 6 mars 1867.

M. Berthelot : Essai de mécanique chimique fondée sur la thermochimie (Paris, 1879, chez Dunod).

MM Guldberg et Waage : Études sur les affinités chimiques, publiées en 1867 à Christiania comme programme de l'Université (chez Brogger et Christie) et *Journal für praktische Chemie*, tome XVI, page 385.

M. Gibbs : Équilibre des substances hétérogènes, mémoire de 520 pages, publié de 1875 à 1878 dans les *Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences*, volume III ; Mémoire sur les densités de vapeur de divers corps, dans le *American Journal of science and arts*, tome XVIII, année 1879.

M. G. Lemoine : Études sur les équilibres chimiques (Paris, 1881, chez Dunod), extrait de l'*Encyclopédie chimique* publiée sous la direction de M. Fremy.

M. Ditte : Exposé de quelques propriétés générales des corps, dans l'*Encyclopédie chimique* publiée sous la direction de M. Fremy, tome Ier, 1er fascicule (Paris, 1882, chez Dunod).

M. Moutier : Rapports de la chimie et de la physique, dans l'*Encyclopédie chimique* publiée sous la direction de M. Fremy, tome Ier, 2e fascicule (Paris, 1882, chez Dunod).

M. Isambert : Théorie de la dissociation dans la *Revue scientifique* du 11 juillet 1884 et dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 14 janvier 1884.

M. van't Hoff : Études de dynamique chimique (Amsterdam, 1884, chez Muller) ; Équilibre chimique des systèmes gazeux ou dissous à l'état dilué, dans les *Archives néerlandaises*, tome XX, année 1885.

M. Duhem : Le Potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques (Paris, 1886, chez Hermann).

M. H. Le Châtelier : Notes diverses dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, années 1884, 1885 et 1886, notamment celle du 26 juillet 1886, sur les lois numériques des équilibres chimiques.

M. van 't Hoff résume les conditions de l'équilibre chimique des systèmes gazeux dans les deux formules suivantes :

1° Équilibre à température constante :

$$\frac{c^{n}.\ c^{n'}}{C^{N}.\ C^{N'}} = K$$

c et C, concentrations (pressions) des gaz, ou quantités de leurs poids moléculaires par mètre cube;

n et N, nombres de poids moléculaires (ou volumes gazeux) intervenant dans la réaction chimique;

Les petites lettres se rapportent au premier état ; les grandes lettres, au second état résultant de la réaction.

2° Déplacement de l'équilibre par la température :

$$\frac{d \log \text{nép} K}{dT} = \frac{Q}{2\,T^2}$$

Q, quantité de chaleur que dégagerait à volume constant la transformation complète du poids moléculaire du système ;

T, température absolue.

Dans le cas des corps liquides, les formules ne différeraient des précédentes qu'en y remplaçant n et N par ni, Ni, les coefficients i, i', I, I', dépendant de la nature des corps considérés et se rattachant à certaines de leurs données numériques caractéristiques, comme nous l'avons indiqué pour le bicarbonate de chaux.

S'il s'agit de systèmes non homogènes, les formules restent les mêmes à condition de n'introduire que les nombres de molécules des corps gazeux, en faisant abstraction des corps qui s'éliminent de l'espace considéré par le fait de la réaction chimique : cela revient à affecter les corps dont il s'agit de l'exposant zéro, de sorte que, dans le cas du carbonate de chaux par exemple, la première formule se réduit à $\frac{1}{C} = K$, où C exprime la tension de l'acide carbonique.

M. Le Châtelier est arrivé pour les systèmes gazeux à des résultats semblables.

G. L.

LA QUESTION DU LÉPORIDE

L'école classique s'est toujours servie des phénomènes de reproduction pour distinguer les espèces; elle a considéré ces phénomènes comme étant capables de résoudre le grand problème de la définition de l'espèce. Cuvier proclame que le phénomène de l'accouplement est un des plus importants pour l'histoire naturelle, et tient aux questions les plus élevées de la science. C'est le seul, dit-il, sur lequel on puisse établir la distinction des espèces (1). Il suit en cela le principe posé par Buffon, à savoir que les animaux qui engendrent des produits féconds sont de même espèce. Flourens partage entièrement cet avis; après des expériences faites au Muséum, il conclut que la fécondité continue est le caractère de l'espèce, il ajoute que la fécondité bornée est le caractère du genre (2). On pourrait citer de nos jours dans l'école classique un nombre considérable de savants illustres partageant cette manière de voir (3). C'est sur ces règles,

(1) HIST. NAT. DES MAMMIFÈRES. Art. : *Métis femelle d'âne et de zèbre.*

(2) *Ontologie* et *De l'instinct des animaux.*

(3) Consultez I. Geoffroy Saint-Hilaire *(Hist. générale des règnes organiques,* t. II). La plupart des définitions de l'espèce y sont relatées.

longuement développées, que l'éminent membre de l'Institut, M. de Quatrefages, a, dans ces dernières années, fondé la démonstration de l'unité de l'espèce humaine (1).

Cependant Agassiz se pose en adversaire déclaré de ce système : c'est là, dit-il, une erreur complète, tout au moins une pétition de principe inadmissible dans une discussion philosophique sur les traits caractéristiques de l'espèce. Il croit même que bien des problèmes embrouillés, contenus dans la recherche des limites naturelles de l'espèce, seraient depuis longtemps résolus sans « l'insistance avec laquelle on présente généralement la capacité et la disposition naturelle des individus à un rapprochement fécond comme preuve suffisante de leur identité spécifique ». Pour lui l'espèce est fondée « sur l'exacte détermination des rapports entre les individus et le monde ambiant, de leur parenté, de leurs proportions et des rapports des parties aussi bien que de l'ornement spécial des animaux (2). »

Quoi qu'il en soit, l'étude de ces phénomènes est d'un intérêt capital ; car, si réellement l'accouplement de deux individus spécifiquement distincts demeure stérile, ou si d'une telle union ne doivent naître que des individus à fécondité bornée dont la descendance sera frappée de stérilité ou fera retour à l'un des types créateurs, la définition de l'espèce telle qu'on vient de l'indiquer repose sur des bases solides.

Si, au contraire, de ces croisements peuvent naître des êtres intermédiaires indéfiniment féconds et si la descendance de ceux-ci est capable, en vertu de la loi d'hérédité, de reproduire les caractères morphologiques, anatomiques et physiologiques du type nouvellement créé, il faut reconnaître nécessairement que cette définition est mal fondée.

(1) *Cours professé au Muséum*, in Revue des cours scientifiques, année 1868-1869.

(2) *Nature et définition de l'espèce*, Revue des cours scientifiques, t. VI, pp. 166, 167 et 169.

Nous ne pensons point pour cela que les faits d'hybridation, même dans ce cas, puissent, comme on s'est plu à le dire, renverser la doctrine des créations indépendantes; nous ne les croyons pas davantage capables de confirmer les systèmes transformistes.

Si, en effet, les espèces au début de la création ont été créées de toutes pièces, telles qu'elles apparaissent aujourd'hui, ne peut-on point prétendre à la rigueur que le Créateur, qui dans un même *genre* les constituait très rapprochées par les formes et les mœurs, à ce point qu'il est souvent difficile de les distinguer, ait laissé à l'état *virtuel* un pouvoir qui semble découler de leur propre nature, puisqu'il prenait soin d'imprimer à leur instinct une répulsion assez vive pour empêcher de mettre *en acte* ce pouvoir et évitait ainsi tous mélanges (1)?

Si, au contraire, les types initiaux se sont réellement transformés en une multitude d'espèces par l'influence des causes secondes agissant dans le milieu cosmique, et si ces espèces sont à la longue parvenues à se fixer d'une façon durable, à juger des choses passées par l'état présent, tout fait penser que l'hybridité n'a joué aucun rôle sérieux dans la transformation des espèces. La répulsion qui existe aujourd'hui entre individus d'espèce différente a dû se manifester dans les temps antérieurs comme elle se manifeste maintenant; rien n'autorise à croire que leur mélange ait donné naissance à une race intermédiaire capable de se perpétuer (2).

(1) On peut encore le dire aujourd'hui après Duvernoy : " L'animal a l'instinct de se rapprocher de son espèce et de s'éloigner des autres, comme il a celui de choisir ses aliments et d'éviter les poisons. "

(2) Il n'existe aucun exemple authentique de croisement fécond entre deux mammifères vivant à l'état sauvage. Le croisement de deux otaries des mers arctiques a été admis par Rudolphi et, à son exemple, par G. Morton et par plusieurs autres. Mais I. Geoffroy Saint-Hilaire a en vain cherché dans les ouvrages de ce célèbre voyageur le fait qu'on lui attribue. Du reste, Rudolphi mentionne seulement le croisement sans le dire fécond. (*Hist. nat. des règnes organiques*, t. III, pp. 176 et 177.) — Parmi les oiseaux on cite cependant quelques croisements ayant donné des produits, notamment l'accouple-

On le voit, si la question de l'hybridité venait (hypothèse peu probable) à être résolue dans le premier sens, elle laisserait toujours subsister la division qui règne entre les partisans des créations indépendantes et les adversaires de cette doctrine.

Cette question, très débattue de nos jours, perd donc, envisagée comme nous venons de le faire, une grande partie de son intérêt; mais nous reconnaissons que jusqu'ici elle n'a point été considérée de la sorte, et les deux camps ont voulu l'un et l'autre la faire servir à leur cause.

Un des faits d'hybridation sur lequel on s'est le plus étendu est assurément l'accouplement fécond du lièvre et du lapin. C'est surtout sur lui que s'appuient les adversaires des créations indépendantes.

Il a eu l'honneur d'être la cause directe de la fondation de la Société d'anthropologie de Paris (1); à ce titre seul il mériterait une mention.

ment du Coq de bruyère et du Tétras à queue fourchue. M. Pichot, le directeur de la *Revue Britannique*, a bien voulu nous faire savoir qu'il a tué lui-même en Russie des Tétras évidemment hybrides et pareils à ceux qui figurent empaillés dans le musée de Leyde. En Asie, à tort ou à raison, les voyageurs ont aussi mentionné l'existence de types intermédiaires entre les différentes espèces d'Euplocomes; on a encore signalé des hybrides parmi les Anatidés. Néanmoins ces faits méritent confirmation, car plusieurs ont été contestés; parmi les oiseaux de plaines et de bosquets qui s'unissent volontiers en bandes (tels que les bruants avec les alouettes, les grives avec les merles, les pies avec les corbeaux, etc.,) et pour lesquels les rapprochements seraient bien faciles, on ne remarque pas parmi eux de types présentant des caractères intermédiaires et par conséquent pouvant passer pour hybrides. Dernièrement on a parlé, dans le *Naturaliste* (n° du 15 octobre, p. 351), de la capture, aux environs de Montauban, d'un hybride provenant, disait-on, d'un *Linot* et d'un *Chardonneret*. Cet oiseau nous a été envoyé avec beaucoup de complaisance. Nous l'avons fait examiner par un de nos plus savants ornithologistes de France, et il a reconnu en lui la Linotte des montagnes. Ceci montre le peu de confiance que l'on doit ajouter aux autres récits de ce genre. Tous les naturalistes d'ailleurs sont unanimes à reconnaître que l'hybridité est extrêmement rare à l'état sauvage et qu'elle n'a pu contribuer à la transformation des espèces, si cette transformation s'est réellement accomplie dans la suite des âges. Flourens a donc écrit à tort que : " Si l'espèce changeait, l'hybridation serait assurément le moyen le plus efficace d'opérer ce changement. " *Journal des Savants*, mai 1863, p. 272.

(1) Broca, en effet, convaincu, après les expériences de M. Roux, qu'il

Le premier fait authentique d'hybridité entre lièvre et lapin se produisit en Italie. Le 26 juillet, près du bourg de Maro (Italie septentrionale), une jeune hase ayant été prise dans les champs par un maçon fut remise entre les mains de l'abbé Domenico Gagliari qui la plaça avec un lapereau dans une pièce bien close.

Sept mois après, février 1774, la hase mettait bas deux hybrides, l'un roussâtre comme son père, l'autre d'un gris brun comme sa mère ; puis, quatre mois plus tard, quatre nouveaux petits. L'un d'eux, un mâle, d'un caractère trop belliqueux, fut pour cette raison mis à mort et mangé. Sa chair était rouge comme celle du lièvre, elle avait aussi le même goût.

Le lapin, père des six métis, étant mort, la hase fut successivement couverte par ses fils et petits-fils et donna une nombreuse lignée de léporides de différents sangs, mais tous féconds entre eux, « chose, dit Amoretti, qui n'avait point encore été à ma connaissance ni vue, ni écrite. » L'abbé Carlo Amoretti, naturaliste connu, ayant appris ces faits curieux, s'était en effet rendu à Maro le 17 juillet 1780, avait examiné les animaux hybrides, goûté leur chair, en avait même rapporté une peau.

Au moment de cette visite, la hase, âgée de sept ans, ne portait plus; mais elle était restée robuste et vigoureuse, plus grande, plus forte et aussi plus familière que ses descendants. Ceux-ci présentaient de grandes varia-

avait examinées de près, de la fécondité de l'hybride du lièvre et du lapin, fut conduit à accorder à la question de l'espèce plus d'attention qu'il n'avait fait jusque-là. Il se mit à étudier les faits d'hybridation consignés déjà dans la science, et entreprit bientôt la rédaction d'un mémoire sur l'hybridité, qu'il présenta à la Société de biologie dont il faisait partie. Mais ce mémoire fut retiré ; le président craignait qu'il ne suscitât des embarras pour la Société, parce qu'il comprenait aussi l'étude de l'homme. Broca convint alors avec plusieurs amis de fonder une association où cette étude pourrait se poursuivre librement. La première réunion eut lieu en novembre 1858; on traça le programme de la nouvelle société, qui fut appelée Société d'anthropologie et devint bientôt prospère. — (Voyez *Mémoires d'anthropologie* du Dr Broca.)

tions de couleur ; on en voyait de blancs, de noirs et de tachetés. Les femelles blanches creusaient des terriers pour leurs petits, tandis que les autres déposaient leurs portées sur le sol. Tous ces métis avaient la chair rouge, et sous ce rapport auraient pu passer pour des lièvres (1).

Un croisement inverse fut observé en Angleterre en 1831. Un gentleman avait placé avec un couple de très jeunes lapins un petit lièvre paraissant du même âge. Lorsque la lapine eut atteint la puberté, elle fut tour à tour saillie par le lièvre et par le lapin et donna six petits dont trois ressemblaient entièrement au lapin, tandis que les trois autres étaient des métis. Deux de ces derniers moururent promptement; le troisième qui restait était une femelle qui fut accouplée avec divers lapins et donna de nouveaux hybrides. Avec un lapin blanc, elle donna deux petits parfaitement gris et deux autres tachetés. Ces derniers vécurent et produisirent des portées de cinq à huit petits.

La femelle, que l'on croyait fille de lièvre et de lapin et par conséquent demi-sang, fut envoyée après sa mort à Richard Owen qui la disséqua. « Sa taille et sa couleur étaient celles du lièvre, mais ses membres postérieurs n'étaient pas plus longs que ceux du lapin ; le cæcum avait sept pouces de moins que dans le lièvre, la longueur de l'intestin grêle était comme chez ce dernier, le gros intestin avait un pied de plus (2). »

Les croisements qui doivent particulièrement attirer notre attention sont ceux qui se produisirent chez M. Roux, d'Angoulême, et furent étudiés par Broca.

(1) C'est le récit de l'abbé Carlo Amoretti, in « *Opuscoli scelti sulle scienze et sulle arti*, t.III, p. 258. Milan 1870,in-4°. Rapporté par le Dr Broca dans son mémoire : *Recherches sur l'hybridité en général*, pp. 471 et 472 (*Mémoires d'anthropologie*, 1877).

(2) *Proceedings of the Committee of science and Correspondence of the zoogical Society of London*. Part. I (1830-1831), p.66,in-8.(Séance du 10 mai 1831). Cit. in Broca, p. 474. I. Geoffroy Saint-Hilaire, (*Hist. des règnes organiques*, t. III, pp. 172 et 173), parle aussi de ce croisement.

Voici dans quelles circonstances le fondateur de la Société d'anthropologie de Paris en eut connaissance.

Au mois d'octobre 1857, dans un voyage qu'il fit à Montauban, son ami M. Léonce Bergis, agronome distingué, le conduisit à sa maison de campagne et lui fit voir trois animaux métis rapportés d'Angoulême depuis peu de temps et qu'il tenait de M. Roux. Il y avait deux femelles demi-sang et un mâle ayant trois quarts de sang de lièvre. Les femelles s'étaient déjà montrées prolifiques et avaient mis bas dix petits, ayant donc cinq huitièmes du lièvre et trois huitièmes seulement du lapin. Un de ces petits fut apporté à Paris par M. Broca, présenté à la Société de biologie et ensuite, par les soins de M. Vulpian, élevé au Jardin des plantes.

M. Broca voulut alors se rendre à Angoulême chez M. Roux. Il visita minutieusement son établissement et fut bientôt à même de reconnaître les métis des divers degrés. On était au mois d'octobre 1857; les léporides avaient déjà fourni six ou sept générations d'hybrides. Plus de mille sujets avaient été vendus sur le marché d'Angoulême.

Deux ans plus tard, M. Broca renouvelait le voyage d'Angoulême, et constatait que l'établissement de M. Roux était toujours en pleine prospérité. Les léporides avaient atteint leur dixième génération sans que la race fût dégénérée. Les résultats constatés par M. Broca furent les suivants :

Les lapines domestiques, couvertes par les bouquins, donnaient de cinq à huit petits ; rarement cependant elles atteignaient ce dernier chiffre; souvent leurs portées n'étaient que de cinq ou six (1). Les animaux résultant de ce premier croisement ressemblaient beaucoup plus au lapin qu'au lièvre. A peine si dans leur poil on aperce-

(1) Ceci montre que la lapine est moins prolifique avec le lièvre qu'avec son propre mâle, tandis que le lièvre l'est plus avec la lapine qu'avec sa femelle. (Remarque du Dr Broca.)

vait une légère teinte de roux. On aurait pu facilement les confondre avec les lapins, il fallait les considérer avec attention pour les distinguer.

Ces hybrides de premier sang, accouplés entre eux, produisaient des animaux qui leur ressemblaient et qui étaient féconds. Accouplés avec des lapins, leurs petits étaient presque entièrement semblables au lapin. Ces croisements de retour vers l'espèce du lapin, jugés sans utilité pratique, avaient été vite abandonnés.

Les léporides de second sang, issus de lièvre pur et de femelle demi-sang, se montraient au contraire plus beaux, plus forts et plus grands que les animaux d'espèce pure. Cependant ces hybrides, trois quarts sang de lièvre, étaient loin de présenter les caractères du lièvre à un degré aussi élevé qu'on aurait pu s'y attendre. Ils tenaient, chose bizarre, par les formes et les couleurs, autant de leur aïeule lapine que de leurs trois aïeuls lièvres ; on aurait pu volontiers les prendre pour des animaux demi-sang.

Ces *quarterons* étaient féconds entre eux, mais peu prolifiques ; aussi M. Roux, préoccupé uniquement de la question économique, avait-il eu l'idée de les croiser avec les métis de premier sang, il obtenait ainsi des hybrides ayant cinq huitièmes de sang de lièvre et trois huitièmes seulement de sang de lapin. Ces animaux ont été désignés par M. Broca sous le nom de *trois-huit ;* c'était la race que cultivait de préférence M. Roux, celle qui lui donnait ses plus beaux bénéfices. Ces animaux s'élevaient sans difficulté, avaient même la vie plus résistante que les lapins. Leur pelage était d'un gris roux, intermédiaire entre la couleur du lièvre et celle du lapin ; mais la consistance du poil était comme chez le lièvre. Leurs oreilles étaient aussi longues que celles de ce dernier ; seulement, au lieu d'être parallèles, l'une était redressée et l'autre pendante. Ils avaient encore la tête plus grosse que celle du lapin, la physionomie plus éveillée, plus craintive. Les membres postérieurs plus longs,

presque aussi longs que chez le lièvre, les membres antérieurs plus longs d'une manière absolue. Enfin la queue était plus courte que chez le lièvre, plus longue que chez le lapin.

Souvent on voyait paraître parmi les léporides une variété albinos et une autre variété à longs poils. M. Broca, lors de sa première visite, avait été frappé du grand nombre des animaux de ces deux variétés ; mais, à la seconde visite, il n'en trouva plus qu'un très petit nombre. Du reste, les léporides albinos considérés comme inférieurs n'avaient pas été accouplés ; les angoras au contraire l'avaient été, quoique leurs portées fussent peu nombreuses.

Tous les léporides, quels qu'ils fussent, avaient la chair semblable à celle du lapin sauvage ; les quarterons eux-mêmes, sous ce rapport, étaient beaucoup plus rapprochés du lapin que du lièvre (1).

Ces renseignements sont tirés du grand mémoire de M. Broca, *Recherches sur l'hybridité animale en général, etc.* (2) ; nous les avons considérablement abrégés.

Lors de son premier voyage à Angoulême, M. Broca ayant attiré l'attention de M. Roux sur le cas particulier des métis de premier sang alliés en ligne directe avec leurs pareils, celui-ci lui avait répondu que ces alliances étaient fécondes ; il le lui avait encore rappelé dans sa seconde visite. Jamais, en mariant les métis des divers sangs, soit entre eux, soit avec les autres, il n'avait encore trouvé d'exemple de stérilité. Il résulterait donc de ces déclarations que le croisement du lièvre et du lapin constitue un exemple d'hybridité *eugénésique*. Déclaration qui serait grave, si la permanence de caractères in-

(1) M. Broca avait cru tout d'abord que c'était le résultat de la domesticité, mais il apprit que les lièvres domestiques ont la chair presque aussi rouge que celle du lièvre sauvage.

(2) Paru d'abord dans le *Journal de physiologie* du Dr Brown-Sequart (1858-1860), puis réédité dans les *Mémoires d'anthropologie* (1877).

termédiaires s'ajoutait à cette fécondité, car de tels faits seraient capables de renverser la vieille théorie de l'espèce, fondée, nous l'avons dit, sur les phénomènes de reproduction (1).

Mais, en examinant de près les expériences d'Angoulême, nous ne voyons pas que les résultats obtenus par M. Roux mènent à ces conclusions. Celui-ci n'avait point fait l'essai de reléguer à part dans un endroit bien clos les hybrides demi-sang obtenus du croisement direct entre lièvre et lapin ; il n'avait donc point étudié pendant plusieurs générations la fécondité de ces animaux, c'est le docteur Broca lui-même qui en fait l'aveu (2). L'aurait-il fait, nous savons déjà que ces léporides (demi-lièvres, demi-lapins), ressemblaient presque exclusivement au lapin, et ne constituaient pas des êtres véritablement intermédiaires. Les *quarterons* avaient eu le même sort ; ils avaient été abandonnés, n'ayant pas été jugés assez féconds.

Quant aux hybrides de la race trois-huit, ils recevaient fréquemment, nous apprend encore le Dr Broca dans son nouveau mémoire (3), des renforts provenant du croisement des demi-sang et des quarts de lièvre. De plus, ces animaux n'étaient pas séquestrés (4), et s'ils conservaient pendant quelques générations des caractères intermédiaires, ce que nous ignorons, il est certain que leur chair était celle du lapin (5).

Mais, faut-il le dire, les expériences d'Angoulême, à tort ou à raison, furent vivement contestées. On alla

(1) L'hybridité est *eugénésique* lorsque les hybrides peuvent se croiser et engendrer des êtres féconds indéfiniment.

(2) Voy. *Notes additionnelles sur l'hybridité.* V. *La question des léporides*, en 1873. in Mémoires d'anthropologie, t. III, Paris 1877, p. 603.

(3) Loc. cit., p. 607.

(4) Loc. cit., p. 607.

(5) Broca dit, en effet : *tous* les léporides, quels qu'ils fussent, avaient la chair semblable à celle du lapin sauvage. Voy. *Recherches sur l'hybridité*, 2e part. *De l'hybridité animale. IV. Des léporides ou métis du lièvre et du lapin*, in Mém. d'anthropologie, Paris 1877, p. 483.

jusqu'à accuser d'imposture l'expérimentateur, M. Roux, et de crédulité M. Broca qui les avait racontées (1). Ce fut surtout dans le *Journal d'agriculture pratique* qu'eurent lieu les polémiques.

Auparavant déjà, contrairement à l'assertion de M. Roux prétendant que chez ses sujets il ne s'était manifesté aucun phénomène de retour (2), Isidore Geoffroy Saint-Hilaire avait déclaré en pleine Société d'acclimatation (séance du 28 décembre 1860) que ces hybrides ne tardaient pas à reproduire le type lapin, si de nouveaux accouplements avec le lièvre n'avaient lieu. Cette déclaration avait d'autant plus de poids, fait remarquer M. de Quatrefages (3), que celui-ci avait cru un moment à la réalité de la race hybride et avait admis avec pleine confiance les faits attestés par M. Roux (4).

Le fait de retour fut encore reconnu au Jardin d'acclimatation où se trouvaient deux léporides, fils de ceux qu'avait élevés M. Roux (5). Un de ces hybrides, présenté aux membres de la Société d'agriculture et mangé par eux, semblait ne différer en rien du lapin (6). Cette expérience culinaire, répétée à Paris sur un des léporides que

(1) Voy. loc. cit. m. *Lettre à M. Barral*, p. 593 des Mémoires d'anthropologie.

(2) Voy. *Revue des cours scientifiques*, années 1868-1869, p. 117 et Ernest Faivre : *La variabilité des espèces et ses limites*, Paris 1868, p. 140.

(3) *Ch. Darwin et ses précurseurs français*, par M. de Quatrefages, Paris, 1870, pp. 254 et 255.

(4) Voici ses propres paroles : " Le trois-huit n'est pas seulement apte à se reproduire : il est fécond. Sa femelle fait cinq ou six petits par portée. Après avoir allaité trois semaines, elle peut recevoir de nouveau le mâle ; et l'on obtient " sans difficulté six portées par an „. Si bien que le moment ne semble pas éloigné où une véritable *race hybride* sera issue de deux animaux dont les naturalistes ont dit si longtemps et redisent encore : Leur accouplement même est impossible. „ Il faut dire que ces détails sont extraits d'une note due à l'obligeance de M. Broca, et qu'ils ne furent nullement vérifiés par I. G. Saint-Hilaire (*Hist. nat. des règnes organiques*, t. III ,p. 223, éd. cit.).

(5) Bulletin de la Société d'acclimatation, *Note sur les lapins-lièvres*, par M. Jean Reynaud. (Séance du 12 décembre 1862.) Cit. par M. de Quatrefages.

(6) *Ch. Darwin et ses précurseurs français*, éd. cit., p. 255.

M. Roux envoyait au marché, donna lieu à la même appréciation (1).

Cependant tout le monde ne jugeait point les faits de la même manière. En 1863, l'un des rédacteurs du *Journal d'agriculture pratique,* M. E. Gayot, qui avait lu le mémoire du Dr Broca et avait trouvé suffisamment authentiques les faits qui y étaient rapportés (2), prit la parole pour confirmer en tous points le mémoire du docteur, écrit quelques années auparavant. Aussitôt le Dr Pigneaux émit les doutes les plus sérieux sur ces assertions et conseilla même de regarder l'existence des léporides de M. Roux comme essentiellement problématique (3). M. Gayot, attaqué et devenu lui-même hésitant, en appela à la loyauté de M. Roux et mit son honneur en cause pour obtenir une réponse. M. Roux lui répondit que son article ne contenait que la vérité, et demanda même qu'on vînt chez lui visiter son établissement. On verra, disait-il, des léporides mâles et femelles de divers degrés de sang, et on pourra constater que la race hybride créée en 1847 (on était alors en juillet 1863) continue à se reproduire et à s'améliorer avec le temps. La question de permanence est un fait accompli. « Il est douloureux pour moi, ajoutait M. Roux, de me voir injurié et calomnié à l'occasion d'un fait sur lequel j'appelle les investigations de tous les hommes de bonne foi, et qu'ont pu vérifier chaque jour les nombreux visiteurs des Badines (4). »

En même temps M. Broca, interrogé par M. Barral, directeur du journal, pour savoir s'il maintenait toujours ses premières assertions, écrivait le 30 juillet une lettre où il revenait rapidement sur les faits qui avaient été exposés auparavant dans son *Mémoire sur l'hybridité,* et disait en terminant que, l'assertion de M. Roux étant en

(1) *Ib.*, p. 256 (en note).
(2) *Lettre à M. Barral,* in Mém. d'anthropologie, éd. cit., p. 593.
(3) *Journal d'agriculture pratique,* année 1863, p. 15.
(4) *Journal d'agriculture pratique,* année 1863, p. 154.

parfaite harmonie avec l'ensemble des faits connus sur les croisements des espèces, on ne pouvait invoquer contre lui aucune fin de non-recevoir dans l'ordre scientifique (1).

Le Dr J. Pigneaux, l'ardent contradicteur, ne fut point pour cela converti. Il fit paraître une nouvelle lettre où il examinait et appréciait les preuves alléguées à l'appui de l'existence si contestée des léporides, preuves graves par la forme, mais légères par le fond. Il montrait que l'autorité du dire de M. Broca était radicalement nulle pour le fait du léporide et, par la même raison, celle de M. Gayot, qui avait suivi sans les contrôler les errements de ce savant et déclinait toute responsabilité. Du reste, les incrédules fourmillaient, paraît-il, dans la localité.

On voit qu'à cette époque plusieurs ne croyaient même pas à l'existence du léporide.

Depuis lors, les choses ont bien changé, et on ne ne saurait nier aujourd'hui le mélange réellement fécond du lièvre et du lapin, comme vingt exemples, que nous mettrons tout à l'heure sous les yeux du lecteur, le prouveront clairement. Toutefois les expériences de M. Roux (dont l'établissement depuis longtemps n'existe plus) ne paraissent pas, à cause des contestations auxquelles elles ont donné lieu, appelées à jouer un rôle bien sérieux dans la science. A en croire certains auteurs, elles ont été exagérées dans leurs résultats (2). Nous ne nous y arrêterons donc pas davantage, et nous passerons aux expériences de M. E. Gayot, qui se placent immédiatement après celles de M. Roux.

M. Gayot reçut en 1867 une lettre de M. Thomas, greffier du tribunal de commerce de Saint-Dizier (Haute-Marne), l'informant qu'un jeune lièvre, élevé chez lui, ayant sailli une lapine, celle-ci lui avait donné, en deux portées

(1) *Lettre à M. Barral*, in Mém. d'anthropologie, éd. cit., pp. 593 et suiv.

(2) Voy. Ernest Faivre, professeur à la Faculté des sciences de Lyon : *La variabilité des espèces et ses limites*, Paris, Germer-Baillière, 1868, pp. 140 et 141. Voy. aussi le Rapport de M. Sanson. *Annales des sciences naturelles*, t. XV (Zoologie).

différentes, seize petits ; puis, le même lièvre avait fécondé, cinq autres lapines (1). Depuis longtemps M. Gayot se préoccupait de la question du léporide, il avait même longuement consulté M. Broca sur les procédés à suivre pour reprendre et mener à bonne fin les expériences d'Angoulême (2). Il se rendit donc à Saint-Dizier, chez M. Thomas, et fut témoin de l'accouplement de son lièvre avec une lapine, accouplement qui se renouvela deux fois devant lui et devant quatre témoins (3). Convaincu désormais de la possibilité du mélange fécond du lièvre et du lapin, il entreprit lui-même des expériences de ce genre et, après bien des essais infructueux, il obtint le 16 avril 1868, dans sa propriété de Bretigny-sur-Orge, un accouplement entre une lapine de couleur blanche et un jeune lièvre. Le 17 mai suivant, cette femelle mettait bas sept petits. Pendant sa gestation une cinquantaine d'autres lapines avaient été présentées au lièvre, quatre seulement avaient été fécondées. En 1869, M. Gayot obtenait la quatrième génération de ses léporides demi-sang toujours croisés entre eux. D'après les renseignements donnés par lui, dans le *Journal d'agriculture pratique*, aucune trace d'altération, ni physique ni physiologique, n'était constatée ; les produits conservaient leurs caractères intermédiaires (4).

En 1873, M. Gayot écrivait à M. Broca qu'il était arrivé à la dixième génération, que ses léporides continuaient à prospérer et conservaient encore tous les caractères des léporides de première génération (5). Enfin,

(1) (Cosmos) *Revue politique et sociale.* 3e série, XIVe année, no du 20 novembre 1867.

(2) Voy. *Notes additionnelles sur l'hybridité*, in MÉM. D'ANTHROPOLOGIE, éd. cit., p. 605.

(3) *Cosmos*, no cit.

(4) Rapport de M. Sanson. *Annales des sciences naturelles*, (Zoologie) 5e série, t. XV. Paris 1871 et 1872.

(5) *Notes additionnelles sur l'hybridité*, in MÉM. D'ANTHROPOLOGIE, éd. cit., p. 607. — V. La question des léporides en 1873.

l'année dernière (1), M. Gayot a bien voulu nous faire savoir que la cinquantième génération avait été dépassée et qu'il ne comptait plus. « Mes hybrides, nous disait-il, restent indéfiniment féconds et ne varient pas. »

Quels sont ces hybrides? Ont-ils trois quarts de sang de lièvre ou cinq huitièmes comme ceux de M. Roux? M. Gayot est muet à ce sujet, mais tout fait supposer que ce sont des demi-sang; car, dans une précédente lettre (2), l'honorable membre de la Société d'agriculture nous informait qu'il ne lui avait été donné de poursuivre et de surveiller que « la production toujours active et réussie du léporide moitié lièvre et moitié lapin ».

Très certainement il ne nous viendrait pas à la pensée de contester en quoi que ce soit les assertions de celui qui fut, en 1870, lauréat de la Société d'acclimatation de France, présisément pour sa race de léporides s'entretenant par elle-même (3).

Cependant nous croyons devoir faire remarquer que, dans la séance du 15 février 1872 de la Société d'anthropologie de Paris, M. Sanson, le professeur bien connu, avait présenté deux crânes d'animaux demi-sang de M. Gayot, arrivés à leur sixième génération, et, ayant placé à côté de ces crânes hybrides le crâne d'un lièvre de la Beauce, puis celui d'un lapin de choux, avait conclu de cette étude comparative, que les léporides de la sixième génération n'étaient plus que des lapins (4).

On sait que M. Sanson avait fait une étude très sérieuse et très développée des léporides de M. Gayot, lesquels se partageaient alors en deux races bien distinc-

(1) 29 août 1885.

(2) 21 août 1885.

(3) Voy. *Ch. Darwin et ses précurseurs français*, éd. ill., p. 257 (en note).

(4) Voy. M. de Quatrefages *op. cit.* Nous devons dire que l'opinion de M. Sanson ne fut pas absolument partagée, du moins par un des membres présents, M. Dally.

On trouva du reste que les faits n'étaient pas assez nombreux pour tirer une conclusion. (Voy. le compte rendu de la séance.)

tes : le *léporide ordinaire* et le *léporide à longue soie*. Il résultait de cette étude craniologique que, des deux races de métis obtenues par M. Gayot, l'une était absolument identique au lapin par tous ses caractères spécifiques, l'autre se rapprochait du lièvre sans y être complètement arrivée, mais moins par la forme de son corps que par ses attributs extérieurs. L'auteur n'hésitait pas à conclure que les léporides ordinaires avaient déjà accompli leur retour à l'espèce lapin, tandis que les léporides à longue soie étaient en voie de retour vers le type lièvre. Les sujets étudiés étaient de quatrième génération. Bref, ces expériences ne permettaient pas d'admettre la réalité du léporide en tant qu'espèce zoologique. (*Ann. des sciences naturelles*, 1871-1872.)

Il nous faut encore rappeler que, dès 1868, M. Gayot avait présenté à la Société d'agriculture (séance du 11 mars), un léporide qui, après un examen des plus minutieux, dit M. de Quatrefages (1), avait été trouvé complètement semblable à un lapin pur sang. Et ce lapin était issu d'une femelle demi-sang et d'un lièvre pur ; il avait donc trois quarts de sang de lièvre (2).

Pendant que nous rédigions ces notes, nous apprenions qu'un propriétaire de la Loire-Inférieure, M. D., du château de Sucé, continuait précisément l'élevage du léporide Eugène Gayot, « avec ses reproducteurs, ses conseils

(1) *Revue des cours scientifiques*, année 1868-1869, p. 128.

(2) C'est M. Florent Prévost, aide-naturaliste au Muséum depuis 50 ans, qui fut consulté ; sa longue pratique lui donnant une grande autorité dans la question. Voici quel a été son témoignage (rapporté par M. de Quatrefages, R. des C.S) : « On a bien voulu me demander mon avis sur les caractères que l'on pouvait retrouver comme appartenant au lièvre ; car ce produit ressemblait à un vrai lapin. J'ai trouvé de l'analogie dans la couleur des membres postérieurs et dans celles du feutre du corps... Occupé de cette intéressante question, j'ai quitté de bonne heure la Société pour aller tout de suite dans plusieurs marchés et chez quelques personnes examiner tous les lapins morts ou vivants que j'ai rencontrés, pour les comparer à celui qui occupait l'intérêt de la Société... Sur le grand nombre des individus que j'ai observés, 8 ou 10 avaient les mêmes caractères que j'avais remarqués sur celui auquel je venais de le comparer (le léporide), et cependant ce n'étaient que des lapins domestiques. »

personnels et ses ouvrages ». Aussi avons-nous saisi cette occasion pour avoir des renseignements complémentaires. — M. D. nous a fait savoir qu'il était arrivé à la soixante-douzième génération! que le léporide Eugène Gayot était une race parfaitement fixée, « qu'elle se reproduisait par elle-même », et que tous les léporides « se reproduisent exactement pareils. »

Étonné du fait, nous sommes retourné aux informations et, après avoir échangé diverses lettres avec M. D., nous avons acquis la certitude que ces animaux n'avaient subi aucun mélange ; car, depuis qu'il les possède, il n'a jamais eu « ni lièvres, ni lapins, » les léporides ont donc toujours été croisés entre eux ; du reste, ajoutait M. D., « leur faire subir n'importe quelle mésalliance serait à leur préjudice. » Aussi, en présence de ces affirmations, n'avons-nous pas hésité à faire venir, non sans peine et à prix d'argent, un de ces fameux hybrides de soixante-douzième génération.

Voici l'impression qu'il a causée. Le poil était roux, par conséquent pouvant passer comme intermédiaire entre la couleur du lapin et la couleur du lièvre ; la tête avait peut-être, par sa conformation extérieure, quelque analogie avec celle du lièvre, mais les deux pattes de devant, courtes comme celles de derrière, étaient absolument semblables à celles du lapin. Les oreilles n'étaient point longues comme chez les léporides 5/8 de M. Roux ; elles étaient parallèles et redressées. Le poids et la taille n'avaient rien d'extraordinaire ; il est vrai que l'animal envoyé n'avait pas encore acquis toute sa croissance. Quant à la chair, elle ne différait point de celle du lapin, ni par la couleur, ni par le goût, sauf un peu plus de fumet, ce qui tenait probablement à la manière dont cet animal avait été élevé (1). Bref, s'il eût été annoncé sous

(1) Les léporides de M. D. ne paraissent pas habiter, comme nos lapins domestiques, des clapiers renfermés et peu spacieux, souvent malsains, mais au contraire d'assez vastes enclos bien aérés.

le nom de lapin, nous sommes convaincu qu'aucune objection n'aurait été faite ; on voit en effet tous les jours sur les marchés des lapins de couleur rousse qui n'ont aucune origine hybride.

La question du léporide peut-elle donc passer pour chose jugée? Nous ne venons pas absolument le prétendre. Parmi les renseignements qui nous sont parvenus, quelques-uns assurent la fécondité sans dégénérescence de la race léporide. Par exemple, M. H., des Ardennes, qui possède des léporides provenant de l'établissement patronné par M. Gayot (1), « lesquels n'ont subi aucun mélange depuis leur arrivée chez lui », nous a informé que la chair de ces animaux est plus rouge que celle du lapin ; « ce n'est point cette viande blanche que l'on connaît, c'est une viande qui, peu de temps après la mort de l'animal, prend presque tous les tons noirâtres de la chair du lièvre. » Les jeunes de ces léporides sortent du nid dès leur naissance et courent dans leur cabane, ce qui n'arrive jamais aux lapereaux. Le nid n'est point non plus enfoncé comme celui des lapins, il est posé à la surface de la litière. Un jeune amateur du Nord, M. C., nous dit encore qu'il ne s'est point aperçu, chez les quarterons qu'il est arrivé à produire, d'un retour soit au type lapin, soit au type lièvre.

Malheureusement ces exemples sont rares et ne datent pas de loin; ainsi, M. H. ne paraît posséder ses léporides que depuis deux ans, et M. C. est arrivé tout au plus à quelques générations, ayant été obligé de suspendre momentanément son élevage. Puis ils sont contredits par une masse de faits attestant le retour au type lapin. Nous venons de voir ce retour chez les animaux de MM. Roux, Gayot et D., de Sucé; un habitant de Château-Gontier,

(1) Où se trouve cet établissement ? Nous l'ignorons ; car, ayant demandé à M. H. de bien vouloir nous l'indiquer, celui-ci n'a pu satisfaire notre curiosité. Toutefois ces animaux sont munis d'un certificat attestant leur origine. M. H. possède l'attestation du mandataire de M. Gayot.

qui a chez lui des léporides descendant d'un couple acheté il y a seulement trois ans au Jardin d'acclimatation de Paris, nous dit qu'ils tendent évidemment à se rapprocher du lapin. Il faudrait, remarque-t-il, leur infuser de nouveau du sang de lièvre. D'après ce qu'il a cru reconnaître, les léporides tendent à dégénérer en lapins dès la deuxième ou troisième génération. Ces hybrides lui avaient été vendus comme *quarterons*, ce qu'il n'a pu vérifier.

M. F., régisseur d'un château dans le Gers, possède actuellement des léporides en train de faire retour au type lapin; aussi se propose-t-il de les croiser avec un lièvre pur sang. Un autre éleveur nous dit exactement la même chose : si les léporides se reproduisent bien, ils tendent toujours à revenir au lapin.

Un garde éleveur, en ce moment dans l'Eure et qui a fait beaucoup d'élevage lorsqu'il habitait les Ardennes, prétend qu'il n'a jamais pu fixer la race; sauf quelques exceptions, les léporides retournent au lapin, *même* lorsqu'il s'agit des descendants d'hybrides demi-sang ayant été couverts par des lièvres pur sang. M. C., de Thénezay, qui depuis quatre ans a étudié avec intérêt la question du léporide et a tenté diverses expériences à ce sujet, après nous avoir écrit que les demi-sang produisent parfaitement entre eux, nous dit cependant que, pour obtenir des produits se rapprochant le plus possible du lièvre, il est obligé de croiser les femelles demi-sang avec un bouquin, et qu'il a soin de choisir celles qui ressemblent le plus au lièvre. C'est reconnaître implicitement les caractères dominants du type lapin.

Un propriétaire du Cher nous informe encore que les caractères du lièvre s'effacent promptement; quand on continue de les croiser entre eux ils reviennent au lapin. Le gérant d'un château de l'Allier nous écrit qu'il a chez lui des quarterons et des demi-sang qui se reproduisent *inter se*, mais il faut toujours tendre au lièvre par la femelle, afin de conserver le caractère et le goût du lièvre.

Ses demi-sang ressemblent plutôt au lapin, leur mère, qu'au lièvre. Enfin un amateur de Castres (Tarn), qui a eu chez lui des léporides venant de la Société d'acclimatation de Paris, nous informe que ces animaux n'avaient rien du lièvre et ressemblaient à des lapins pur sang. Ils n'étaient, ajoute-t-il, léporides que de nom. Nous pourrions en dire autant d'un couple réellement demi-sang que nous avons acheté au garde éleveur mentionné plus haut. Lorsque ces animaux nous furent présentés, nous crûmes avoir été trompé; mais, après informations prises auprès de personnes qui connaissaient le vendeur, il nous a été assuré que celui-ci était tout à fait incapable d'avoir commis la fraude que nous soupçonnions, et par conséquent les deux hybrides reçus provenaient bien d'un lièvre mâle uni à une femelle lapin (1). Ces animaux nous ont donné cet été six petits, dont deux sont marqués au front d'une étoile blanche, un autre est tout noir. Ces caractères affirment de nouveau le retour des léporides au type lapin.

Le retour au type lapin est donc généralement reconnu, que ces animaux soient des demi-sang ou même des quarterons. Aux deux exemples que nous avons signalés, et dont un est sans portée puisque le nombre des générations obtenues paraît très restreint, nous n'avons à ajouter que quelques autres faits recueillis dans la Côte-d'Or, les Deux-Sèvres et Saône-et-Loire. D'après M. L., de Meursault, dans les portées de ses demi-sang, provenant originairement du lièvre (mâle) et du lapin (femelle), les jeunes ressemblent tantôt plus au lièvre, tantôt plus au lapin, assertion confirmée par M. C., de Thénezay, pour les trois-quarts; mais les expériences de ce dernier paraissent très récentes. D'après un aviculteur d'Autun, qui possède des léporides demi-sang, descendant d'une lapine et d'un bouquin, les sujets ressemblent plus au lièvre qu'au lapin. Les petits sont également plus vifs que les lapins,

(1) Cette femelle lapin était moitié lapin de garenne et moitié lapin argenté.

naissent avec un poil très fin, et y voient plus tôt. Cependant les mères les recouvrent de poils à leur naissance. Du reste, n'ayant pas attaché une grande importance aux léporides et ne les ayant pas soignés lui-même continuellement, il ne peut affirmer qu'ils ont toujours vécu seuls; puis il n'est encore arrivé qu'à la troisième ou quatrième génération. Nous pourrions ajouter qu'une personne du Pas-de-Calais nous a parlé de l'accouplement d'un léporide femelle demi-sang avec un léporide mâle trois-quarts ayant donné naissance à des *cinq-huit* ressemblant au lièvre. Nous aurions peut-être encore à citer un ou deux exemples de léporides demi-sang ressemblant tantôt au lièvre, tantôt au lapin, mais il s'agit d'animaux de première génération. Le retour au type lapin paraît donc être la règle générale, et prouve ainsi que la race léporide n'a pu encore être fixée. Les éleveurs, ceux du moins que nous avons consultés, n'ont pu réussir à la maintenir; nous ne savons même pas s'ils ont pu, malgré les infusions de sang renouvelées, obtenir des individus franchement intermédiaires. Par contre, la fécondité de ces mêmes hybrides est attestée positivement. Nous l'avons vue souvent mentionnée dans les exemples que nous avons cités, et nous en aurons de nouvelles preuves dans les faits suivants :

Il y a quatre ans, M. Faure, président du comice agricole de Brioude, écrivait à M. le président de la Société d'acclimatation qu'il possédait encore la descendance des léporides provenus du Jardin d'acclimatation (1). Nous avons écrit cette année à M. Faure, et nous avons reçu la confirmation de ce fait. Toutefois, dans ces dernières années, il avait échangé un couple à la Société pour renouveler le sang de ses animaux. — Mme la Ctesse de B. nous écrit qu'une paire de léporides, qui lui a été offerte par un ami, lui a donné quantité de

(1) Voy. *Bulletin de la Société d'acclimatation*, procès-verbal de la séance du 20 mars 1882, p. 225.

produits, tous vigoureux et beaux. Elle a gardé parmi ces petits trois femelles et un mâle qui continuent à reproduire entre eux et donnent de nombreuses nichées, qui toutes viennent à bien. En ce moment, les petits qu'elle possède sont de troisième génération (1).

Mme C., de Nîmes, a aussi des léporides trois-quarts qui sont très prolifiques et donnent des portées de six à huit petits venant tous à bien. Elle ajoute que ces animaux sont fort rustiques ; ils sont de couleur rousse parfaitement unie. M. C., des Deux-Sèvres, nous informe encore que les demi-sang produisent parfaitement *entre eux*.

Un autre propriétaire de la Côte-d'Or, qui possède des demi-sang provenant d'autres léporides, nous dit la même chose. Mêmes assertions venues de la Charente, les léporides demi-sang sont féconds *entre eux ;* la femelle dans ses portées produit quatre ou cinq petits. Enfin M. L., d'Autun, nous assure que ses léporides, moitié lièvres, moitié lapins, se sont toujours bien reproduits, et Mme G., du Rhône, nous fait savoir qu'elle est arrivée à la cinquième ou sixième génération (2).

Deux faits seulement à relever contre cette fécondité. Le directeur d'un dépôt d'étalons, qui a eu en cheptel des léporides provenant de la Société d'acclimatation, n'a pu obtenir en deux ans que deux portées de petits, si délicats que tous sont morts avant d'avoir atteint l'âge adulte. Un propriétaire du Cher n'a pu rien obtenir d'un couple de léporides reçu de chez M. Gayot il y a vingt ans (3).

La fécondité que nous avons constatée presque partout n'est point telle cependant que le léporide puisse être con-

(1) Mme de B. ignore si le couple qu'elle avait reçu provenait du croisement du bouquin et de la lapine ou si c'était le contraire, mais elle sait parfaitement qu'il était demi-sang.

(2) Cependant ses léporides ont été croisés avec un autre léporide dont l'origine est inconnue.

(3) Le croisement seul du mâle avec une lapine pur-sang donna un individu du sexe femelle.

sidéré comme un animal domestique de haute valeur. La portée commerciale de cet hybride paraît au moins avoir été exagérée.

Tel qui avait entrepris cet élevage dans une pensée de lucre l'a vite abandonné, voyant qu'il n'en pouvait rien tirer. Le directeur d'un établissement agricole de l'Oise, qui a tout cessé, nous en faisait la confession dernièrement ; il serait facile de citer d'autres exemples que nous avons recueillis. Mais l'importance commerciale du léporide n'est pas à envisager ici ; seule, la question physiologique est à examiner. Or, la fécondité illimitée du léporide est assurée et, que ces animaux soient des demi-sang, des trois-quarts ou des cinq-huit, ils se montrent toujours et en tout temps prolifiques. Reste le caractère de permanence qui n'a pu encore être établi. Arrivera-t-on un jour par une sélection bien ordonnée à la maintenir ? il est permis d'en douter après tous les essais que l'on a tentés depuis trente ans et qui sont jusqu'ici restés infructueux. Cependant, à en croire deux éleveurs qui nous envoient des renseignements complémentaires pendant que nous écrivons ces lignes, il suffirait pour empêcher le retour au type lapin de n'accoupler jamais ensemble les produits d'une même portée, et de les unir aux descendants d'un autre couple ; avec ces précautions la dégénérescence ne s'opère pas, et les races demi-sang et trois-quarts se maintiennent avec leurs caractères. Malheureusement le premier de ces éleveurs n'a point encore dépassé la troisième génération ; quant au second, nous ignorons absolument le nombre des générations obtenues par ce procédé. Nous lui avons écrit trois lettres successives auxquelles il a bien voulu répondre ; mais, sur la question qui nous intéresse en ce moment, il s'est toujours renfermé dans le plus complet silence. Nous en ignorons la cause ; en ce genre d'affirmations les faits sont cependant nécessaires, d'autant plus que la méthode enseignée est peu pratiquable chez la plupart des éleveurs. Aussi ne pouvons-nous, au moins

jusqu'à nouvel ordre, prendre en considération les assertions de nos deux derniers correspondants et, sans nier l'efficacité de leur méthode, nous devons nécessairement attendre qu'elle soit confirmée par l'expérience.

Il résulte donc de tous les exemples authentiques que nous avons cités en grand nombre, que l'hybride, appelé léporide, ne constitue pas en ce moment une race durable, c'est-à-dire une nouvelle espèce. Les premiers faits favorables à sa fécondité illimitée sans retour au type lapin ont été, nous l'avons vu, vivement contestés; les autres faits plus récents, favorables également à cette fécondité sans dégénérescence, sont sans portée, puisque les générations obtenues sont fort peu nombreuses; les autres exemples, au contraire, et ce sont les plus nombreux, sans nier la fécondité, prouvent unanimement le retour au type lapin. Du reste, il vient de s'engager au sein de la Société d'acclimatation de Paris, une discussion qu'il est à propos de rapporter ici et qui montrera si nos réserves sont justifiées.

On se rappelle que cette Société, en 1870, avait décerné un prix à M. E. Gayot, pour sa race de léporides s'entretenant par elle-même. Or, dans la séance du 10 décembre dernier, 1re section, la discussion ayant été mise sur les léporides, et un membre, M. Joly, ayant demandé à prendre connaissance du rapport fait sur le mémoire de M. Gayot récompensé, de l'avis unanime on trouva que les preuves y faisaient défaut, mais non les affirmations; plusieurs de ces dernières parurent même très embrouillées (1).

A une séance suivante, celle du 5 janvier, après avoir entendu diverses communications tendant à démontrer que le léporide, en tant que race hybride, n'a jamais existé, la section *à l'unanimité*, pensant elle-même que l'existence des léporides reste des plus douteuses, a décidé de recommencer les expériences.

(1) Procès-verbaux, *Bulletin de janvier* 1886, p. 56.

Dans cette séance, M. A. Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du Jardin zoologique d'acclimatation, avait déclaré que les animaux qualifiés léporides existant dans le Jardin offraient l'aspect du lapin, que les femelles donnaient le jour à des petits nus et aveugles comme ceux des lapins ordinaires, et que rien n'autorisait à croire que cette race fût issue de l'accouplement des espèces lièvre et lapin.

Nous ne venons pas insinuer par là que l'origine des léporides, dont nous avons parlé, soit aussi douteuse; nous croyons, au contraire, qu'elle est parfaitement établie dans la plupart des cas. Nous avons été nous-même aux renseignements et, nous pouvons le dire, de crainte d'enregistrer des erreurs, nous avons multiplié nos demandes près des éleveurs et des amateurs, nous les avons précisées d'une manière rigoureuse. Nous nous étions vite aperçu que ces précautions étaient utiles, particulièrement pour connaître la répartition des sangs. Ces messieurs, en effet, bien plus préoccupés de la question économique que du problème physiologique, n'attachent aucune importance à l'origine plus ou moins pure des produits qu'ils cultivent, l'ignorent assez souvent et n'hésitent point, s'ils y trouvent quelque avantage, à croiser leurs hybrides avec des animaux d'espèce pure ou de sang mélangé. En sorte que le sang des deux espèces lièvre et lapin se trouve très inégalement réparti. Mais ce qui rend surtout difficile l'examen des documents, c'est le peu de précision et le manque de clarté qui y règnent. C'est souvent une confusion inextricable, dont on ne peut sortir qu'à l'aide de nouveaux renseignements; encore la tâche devient-elle quelquefois impossible, car les dénominations de pur sang, de demi-sang et de trois-quarts sang, cependant si claires, sont quelquefois données, par erreur ou par ignorance, à des sujets dont le sang est tout autrement réparti.

Quoi qu'il en soit, voici les remarques auxquelles ont donné lieu les faits que nous avons recueillis.

Nous avons constaté les croisements directs des deux espèces pures, donnant les produits appelés demi-sang, et les unions fécondes de ceux-ci entre eux; puis, le mélange de ces hybrides demi-sang avec l'une ou l'autre des espèces pures, produisant les animaux appelés quarterons, c'est-à-dire ayant trois quarts de sang d'une espèce et un quart seulement de l'autre; enfin, le mélange de ces derniers avec des individus demi-sang, donnant naissance à des hybrides ayant trois huitièmes du sang d'une espèce et cinq huitièmes de l'autre. Deux exemples de croisement entre quarterons et des animaux d'espèce pure nous ont bien été indiqués, mais ce n'était encore qu'à l'état de projet. Nous avons aussi recueilli l'exemple d'un accouplement d'un léporide cinq-huitièmes avec un léporide demi-sang ayant donné des neuf-seizièmes. Tels sont les mélanges que nous avons pu vérifier; il en existe certainement d'autres, puisque quantité d'éleveurs, nous l'avons dit, achètent des sujets sans s'inquiéter de la répartition des sangs et les accouplent de nouveau avec des hybrides dont ils ignorent également l'origine. Dans ces cas, toute vérification devient impossible.

Ce sont les croisements entre espèces pures et les croisements entre demi-sang et pur sang qui nous ont paru le plus usités. Sur quarante-quatre exemples d'hybridation entre lièvres et lapins que nous avons recueillis, trois seulement étaient des *cinq-huit;* les quarante et un autres se répartissaient ainsi : vingt et un demi-sang, dix-neuf trois-quarts et un neuf-seizièmes (1).

Les croisements entre espèces pures ont lieu presque toujours entre lièvres mâles et lapins femelles; il est très rare qu'ils s'opèrent en sens inverse. Nous n'en avons

(1) Il ne faudrait pas inférer de là que l'hybridité *bilatérale* est impossible. Nous ne le pensons nullement et nous sommes porté à croire que la semence du mâle lapin s'adapterait tout aussi bien aux ovules de la hase que la semence du lièvre aux ovules de la lapine. Seulement, à l'état de captivité, la hase se met peut-être plus difficilement en chaleur que le lièvre ne se met en rut.

trouvé que deux ou trois exemples, encore très problématiques ; car presque tous les éleveurs qui ont tenté l'accouplement de la hase et du lapin n'ont pu y réussir, tandis que nous pourrions citer un grand nombre de croisements entre lièvres mâles et lapins femelles. Nous les avons constatés dans le Nord, Saône-et-Loire, les Vosges, l'Yonne, la Loire-Inférieure, l'Hérault, le Cher, le Tarn, l'Oise, la Seine, la Vendée et le Pas-de-Calais.

Dans les croisements entre léporides demi-sang et sujets d'espèce pure, c'est presque toujours le lièvre qui est employé et non le lapin. Sur dix-neuf exemples de léporides trois-quarts que nous avons recueillis, nous avons pu reconnaître l'origine de neuf de ces hybrides : un seul avait eu pour père un étalon de l'espèce lapin, les huit autres étaient fils de lièvres et de léporides demi-sang.

Nous avons bien eu connaissance du croisement de deux léporides avec deux femelles lapin ; mais on ignorait la répartition des sangs des espèces pures dans ces deux hybrides ; ils ne peuvent donc être enregistrés et faire compte.

Nous avons encore remarqué que le sexe des lièvres que l'on emploie pour obtenir des quarterons est le sexe mâle ; en sorte que le lièvre sert toujours d'étalon, tandis que le léporide demi-sang remplit le rôle de femelle.

Dans les croisements entre léporides trois quarts et demi-sang, qui donnent les animaux appelés trois-huit, nous ne savons si c'est le sang du lièvre qui domine ou au contraire le sang du lapin. Même observation pour le croisement du cinq-huit avec le demi-sang.

Léporides à l'état sauvage. — Nous ne pouvons terminer cette étude sans parler des léporides que l'on a cru rencontrer à l'état sauvage.

« Me trouvant en Afrique en 1851, comme élève ingénieur des ponts et chaussées, dit M. de Ponton d'Ame-

court, devenu plus tard ingénieur au Maus, j'eus l'occasion de tuer, dans un ravin boisé près de Mustapha supérieur, un lièvre dont l'aspect m'avait paru singulier quand je l'ajustai. Je reconnus en effet que, si le pelage général était celui du lièvre, la queue, les deux pattes d'un même côté et l'œil du côté opposé rappelaient plutôt le lapin ; quant à la chair, elle n'était pas précisément celle du lièvre ou du lapin ni par le goût, ni par la couleur (1). »

« Le baron de Gleichen, dans sa *Dissertation sur la génération*, rapporte d'après un témoin oculaire que la génération des métis provenant de l'accouplement des hases et des lapins sauvages est un fait généralement connu à Hochnig, canton de la Prusse polonaise (2). »

Samuel Morton publie une observation du révérend John Bachman. Celui-ci a possédé la dépouille de deux animaux sauvages appartenant au genre *Lepus*, semblables entre eux, mais différant de toutes les espèces connues. « Après avoir pensé d'abord qu'il s'agissait d'une espèce nouvelle, il s'arrêta à l'idée que ces deux individus étaient des hybrides résultant du croisement du lapin gris d'Amérique *(Lepus sylvaticus)* et du lièvre des marais *(Lepus palustris.)* » Ceci n'était, bien entendu, qu'une hypothèse (3).

Enfin, d'après M. N. Nicklès (4), il existe en Alsace dans la vallée du Rhin (à l'état domestique, pensons-nous) une race de lapins appelés *Hasen-Kaninchen* (lièvres-lapins,) qui ressemblent beaucoup aux figures que l'on a données des léporides ; on en trouve même qui ont une des oreilles pendantes comme ces derniers. Cet animal ne creuse pas de terriers ; il se contente d'une excavation dans le sol pour y mettre ses petits. Il devient plus

(1) Voy. *Journal d'agriculture pratique*, année 1863, p. 68.

(2) *Nouveau Dict. d'hist. natur. appliquée aux arts* : Paris 1817, in-4°, t. XVI, p. 589, art. Lièvre ; cité par Broca. *Mém. d'anthropologie*, éd. cit., p. 473.

(3) Broca. *Mém. sur l'hybridité*, in Mém. d'anthropologie, éd. cit., p. 475.

(4) *Journ. d'agricult. pratique*, année 1863, t. II, pp. 67, 68, 69.

fort que le lapin ordinaire, et sa chair est trouvée meilleure. Lorsque l'on demande aux campagnards d'où viennent ces lapins, ils répondent que c'est sans doute une race obtenue par le croisement du lièvre et du lapin, comme le nom l'indique. Mais jamais, de mémoire d'homme, personne n'a fait ce croisement. Aussi M. Nicklès regarde simplement cet animal comme un intermédiaire entre les deux espèces. Il rappelle qu'il existe en Sibérie un lapin *(Lepus tolaï, Gmel)* qui, d'après Cuvier *(Règne animal,* I, p. 211), « tient une sorte de milieu entre le lièvre et le lapin pour les proportions, et surpasse quelquefois le premier par sa taille. Sans faire de terriers il se réfugie dans les fentes de rochers et autres cavités. » Du reste, la race de ces lapins d'Alsace existe à Paris. Ces faits sont peu importants, à peine méritent-ils une mention.

André Suchetet.

LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE

RÉPONSE AUX OBJECTIONS.

Le R. P. Brucker a fait paraître, dans les numéros de juillet et d'octobre 1886 de cette *Revue* (1), une importante étude sur l'ouvrage de M. Motais, *Le Déluge biblique* (2).

Tandis que M. l'abbé Vigouroux renonce aujourd'hui à dire qu'admettre la non-universalité du déluge quant aux hommes, c'est faire « un pas de trop » (3); tandis qu'aujourd'hui il énumère dans une même phrase, avec la lignée de Caïn dont il ne dit pas le sort, « celle de Seth qui périt dans le déluge » (4); le R. P. Brucker se contente de souscrire aux conclusions de M. Motais contre « l'universalité absolue », et se déclare partisan de « l'universalité

(1) *L'Universalité du Déluge*, par le R. P. J. Brucker, S. J., Revue des questions scientifiques.

(2) *Le Déluge biblique, devant la Foi, l'Écriture et la Science*, par M. Motais, prêtre de l'Oratoire de Rennes, professeur d'Écriture sainte et d'hébreu au grand séminaire; — Paris 1885, Berche et Tralin.

(3) *Manuel biblique*, 5e édition, t. I, p. 508. Comparer avec les éditions précédentes.

(4) *Étude critique sur l'authenticité du Pentateuque*, dans la Revue des questions historiques, avril 1886, p. 364.

restreinte aux hommes ». Il repousse la thèse de « la non-universalité » au nom du texte biblique, de la tradition catholique et de la science. Ses arguments ne sont pas de nature à nous faire abandonner l'opinion émise par le regretté et savant exégète ; mais nous devons constater, avec l'un des défenseurs de l'hypothèse de la *non-universalité*, que « en combattant les partisans de cette opinion, le docte religieux le fait avec une élévation de vues, une courtoisie et un esprit de justice pour les personnes, auxquels nous ne voulons pas tarder plus longtemps à rendre hommage » (1).

Nous nous efforcerons de l'imiter en examinant ses arguments.

I

LA BIBLE ET L'UNIVERSALITÉ ABSOLUE.

Le R. P. Brucker veut établir sur le texte même de la Genèse l'hypothèse de l'*universalité* du déluge *restreinte aux hommes*.

Voici d'ailleurs ce qu'on pourrait appeler sa profession de foi.

« Nous admettons, avec la plupart des exégètes et

(1) Jean d'Estienne, *Revue du monde catholique*, sept. 1886, p. 508. Le même écrivain ajoute dans la livraison de décembre, p. 574 : " Une discussion, de part et d'autre, aussi empreinte d'une éclatante sincérité que de l'urbanité la plus parfaite, ne peut que profiter, quelle qu'en soit l'issue, à la cause de la vérité. Elle repose et rassérène l'esprit, d'ailleurs, affadi et énervé par les pauvretés et les arguties que des écrivains, d'un talent moins éminent et d'une plume moins élevée assurément que la plume et le talent du R. P. Brucker, n'ont cessé jusqu'à ces derniers temps de servir à la simplicité de leurs lecteurs. „ C'est uniquement à ces pauvres adversaires qui se rapportent, croyons-nous, les lignes suivantes d'une savante revue, faisant l'éloge de M. Motais : " Constatons que ses adversaires, très prudents pendant sa vie, l'attaquent violemment depuis qu'il n'est plus. „

des apologistes contemporains, que les textes bibliques n'*obligent,* ni à étendre l'inondation diluvienne au globe tout entier, ni à envelopper tous les êtres vivants dans la destruction qu'elle a causée; mais qu'ils nous imposent de croire que le déluge a atteint toutes les parties de la terre alors habitées par l'espèce humaine, de façon à détruire *tous les hommes et tous les animaux qui vivaient près d'eux* (1). »

M. Motais avait reproché à ce système d'avoir « deux poids et deux mesures » (2). En effet, d'après les partisans de l'universalité restreinte,

Toute la terre, cela signifierait *non la terre entière,* mais seulement *une partie* de la terre;

Tous les animaux, cela signifierait *non tous* les animaux qui existent, mais les animaux d'une partie de la terre;

Tous les hommes, cela signifierait *non une partie* des hommes, mais *tous* les hommes qui existent.

En résumé *tout,* dans le même récit, devrait s'entendre une fois *de la totalité* et deux fois *de la partie.*

L'illogisme est frappant, nous semble-t-il. Le R. P. Brucker ne le croit pas : les « critiques sévères » de M. Motais contre l'opinion qu'il soutient ne lui paraissent pas fondées. Une étude approfondie du texte biblique devient dès lors nécessaire; c'est d'ailleurs le moyen proposé par le savant jésuite.

Nous lui opposons la proposition suivante :

Les *textes bibliques* de la narration du déluge, considérés uniquement en eux-mêmes, c'est-à-dire en dehors de toute préoccupation scientifique ou autre, *obligeraient* à étendre l'inondation diluvienne à la *terre entière,* et conséquemment *imposeraient de croire* à la *destruction totale des hommes et des animaux qui existaient à cette époque sur toute la terre.*

(1) Art. de juillet, p. 126.
(2) Cf. *Déluge biblique,* pp. 78-79.

N'est-ce pas ainsi qu'on a toujours compris le récit biblique, avant que diverses considérations scientifiques ne vinssent faire soupçonner des restrictions, relatives d'abord à la terre et aux animaux, puis aux hommes?

Pourquoi donc, sous prétexte de ne pas compromettre la Bible, violenter ses expressions pour lui faire tenir le langage de la science? Ne doit-on pas plutôt prendre le sens naturel des textes de la Bible et les affirmations légitimes de la science et chercher comment concilier l'une avec l'autre? C'est ce qu'a fait M. Motais et c'est ce que nous voudrions rappeler ici.

Prenons le récit biblique du déluge et soumettons à l'examen les expressions : *toute la terre, tous les hommes, tous les animaux.* — Par quelle expression commencer? Première difficulté. Le R. P. Brucker a choisi « toute la terre »; puis, sans grande forme de procès, il a appliqué à ces termes le sens de « *partie habitée* de la terre », c'est-à-dire qu'il s'est donné raison. Il est vrai qu'il reproche à M. Motais d'avoir suivi la même voie (1).

Pour éviter un semblable reproche nous prendrons un autre chemin. *Hommes, animaux, terre :* tel est l'ordre que nous adoptons, et non sans cause. Le R. P. Brucker rappelle, en effet, que *la terre* a été ravagée à cause *des hommes.* Il convient donc d'établir d'abord si le texte parle de *tous les hommes,* afin de déterminer ensuite si *toute la terre* ou *une partie* seulement a été inondée. Si, après « les hommes », nous faisons comparaître « les animaux », c'est que les uns et les autres sont souvent compris sous la dénomination commune : toute chair.

I. — « Les hommes », « tous les hommes », « toute chair ». D'après le R. P. Brucker, dans le récit biblique, ces expressions désignent tous les hommes existants. « Il n'y a pas l'ombre d'une restriction à la généralité de ces

(1) Art. de juillet, pp. 129, 130.

formules, dans toute la relation du déluge. » Cela ne fait pas pour nous le moindre doute.

Le savant jésuite veut donner à cette opinion un appui scientifique, tiré du mot hébreu traduit par « hommes », dans toute la narration du cataclysme. C'est le mot *hâ'âdâm* (*âdâm* avec l'article, *l'homme*). Moïse, nous dit-il, l'a déjà employé fréquemment dans les chapitres précédents; « il n'y désigne jamais que le premier homme, l'*homme* par excellence, ou l'espèce humaine tout entière... Après nos chapitres VI-VIII (déluge), il ne représente plus que cette signification universelle, partout où le contexte ne le restreint pas *expressément* à la désignation soit d'un *individu* déterminé, soit de la *totalité* des hommes d'un pays également déterminé (1). » Si l'on prouvait, par le plan de la Genèse, qu'il ne s'agit dans les chapitres VI-VIII que « de la *totalité* des hommes *d'un pays déterminé* », que deviendrait cet argument fondé sur un mot? Mais n'oublions pas que nous sommes en face du texte et que nos regards ne doivent pas se porter ailleurs : laissons donc pour le moment le plan de la Genèse. Cependant, dans le seul chapitre VI, n'est-on pas forcé de donner deux sens différents au mot *hâ'âdâm?* Au verset premier nous lisons : « Alors que *l'homme (hâ'âdâm)* commençait à se multiplier... » ; et au verset suivant : « Les fils de Dieu *(hâ'élohîm)* virent les filles de *l'homme (hâ'âdâm)*... » Le R. P. Brucker ne peut pas attribuer au sens du *hâ'âdâm* du second verset la même étendue qu'à celui du premier, à moins de voir des anges dans les *Benê-hâ'élohîm*. Ainsi il ne nous semble pas possible d'asseoir sur ce mot une démonstration.

Bien autrement fortes sont les raisons tirées de la comparaison avec le récit de la création, en dehors du mot *hâ'âdâm* qui, nous venons de le montrer, est indifférent. Au chapitre VI, 7, Dieu dit : « J'exterminerai *l'homme que j'ai créé* de la surface de la terre, depuis l'homme jusqu'au

(1) Ibid., p. 130.

bétail, jusqu'aux *reptiles* et jusqu'aux *oiseaux des cieux...* » ; et au chapitre I, 26, Dieu dit : *Faisons l'homme* à notre image... qu'il domine sur les poissons de la mer, sur les *oiseaux des cieux*, sur le *bétail* et sur tout *reptile...* » C'est la même généralité. Mais il n'est pas inutile de noter dès maintenant que cette généralité s'étend également aux animaux.

Nous reconnaissons, en fin de compte, avec le R. P. Brucker que, d'après le texte seul, *tous les hommes* auraient péri dans le déluge.

II. — « Tous les animaux. » Le R. P. Brucker refuse de voir dans le récit biblique la destruction de tous les animaux, alors qu'il déclare le contraire pour les hommes. Nous venons de noter, en comparant le récit de la création des êtres vivants avec le récit de leur destruction, que les termes sont aussi généraux pour les animaux que pour l'homme. Dieu se repent d'avoir fait non seulement l'homme, mais encore les quadrupèdes, les reptiles et les oiseaux du ciel; et c'est la destruction totale des uns et des autres que le texte proclame.

Quelles raisons apporte-t-on pour restreindre l'expression « tous les animaux » ? Celle-ci, entre autres, que « partout où les *animaux* sont mentionnés à part, l'auteur sacré y ajoute la circonstance « *sur la terre* ». Or, d'après le R. P. Brucker, cette circonstance est restrictive et signifie *une partie de la terre* déterminée (1).

Nous n'admettons pas cette restriction ; nous prétendons même que l'expression « sur la terre », prise à la lettre, désigne la terre entière.

Qu'on se transporte de nouveau au premier chapitre de la Genèse, et qu'on écoute Dieu soumettant tous les animaux sortis de sa main, au pouvoir du roi de la création

(1) Le R. P. Brucker, dit " la terre habitée par les hommes „ ; car il suppose prouvé qu'il ne s'agit pas dans le texte biblique de toute la terre. Nous sommes donc obligé de traduire son expression par une autre équivalente " une partie de la terre déterminée „. Cf. art. de juillet, p. 132.

qu'il vient de faire à son image : « Qu'il domine sur les poissons de la mer, et sur les oiseaux du ciel, et sur le bétail et sur tous les animaux sauvages et sur tous les reptiles qui se meuvent *sur la terre (al hâ'âretz).* » « Dominez sur les poissons de la mer, et sur les oiseaux du ciel, et sur tous les animaux qui se meuvent *sur la terre (al hâ'âretz)* » (1). Oserait-on dire qu'ici l'expression « sur la terre », *(al hâ'âretz)* implique une restriction? qu'il s'agit des animaux d'*une partie de la terre,* et non de ceux qui peuplent *toutes les parties de la terre?*

Or ces expressions mêmes se retrouvent dans la narration diluvienne : « Et toute chair qui se mouvait *sur la terre (al hâ'âretz)* expira : oiseaux, bétail, animaux sauvages, tous les reptiles qui rampent *sur la terre (al hâ'âretz)*, tous les hommes. » *(Gen.* VII, 21.) (2).

Loin de faire supposer une restriction, la circonstance « sur la terre », ainsi qu'il ressort du parallélisme, attesterait donc plutôt l'universelle submersion du globe et de tout ce qu'il contient.

Ainsi, à ne considérer que le texte en lui-même, on serait contraint d'admettre la destruction de tous les animaux répandus sur toute la terre, à la seule exception de ceux que contenait l'arche et des animaux aquatiques.

Mais quels étaient ces animaux renfermés dans l'arche? Nouvelle question à étudier.

Sur ce point le R. P. Brucker montre l'arbitraire de l'école qu'il représente. A l'entendre, il faut restreindre le plus possible le nombre des animaux parqués dans l'arche; il faut se contenter des « animaux utiles à l'homme », et même d'un choix des espèces de ce genre (3). Pourquoi ces restrictions extrêmes? A cause des grandes difficultés qu'offre la présence de tous les représentants des êtres

(1) *Gen.*, I, 26, 28.

(2) Le verset 22 n'est pas moins expressif : « En un mot périt tout ce qui avait en soi le souffle de la vie, tout ce qui était *sur le sec* (hâ'râbâh). »

(3) Art. de juillet, pp. 133, 134.

vivants dans l'arche; à cause, laisse-t-on encore entendre, des « miracles inutiles » que tout cela supposerait. Mais le savant jésuite oublie que c'est à un examen du texte qu'il a convié ses lecteurs et non à l'examen des difficultés. Ce dernier point sera traité en son temps; pour le moment la question qui se pose est celle-ci : Que dit le texte biblique?

A le lire, on se croirait encore en présence du récit de la création des animaux. Voici qu'entrent dans l'arche deux par deux, « *tout être vivant* selon son espèce, *tout bétail* selon son espèce, *tout reptile* se mouvant sur la terre selon son espèce, *tout être emplumé*, *tout être ailé :* ils entrent avec Noé dans l'arche deux par deux, *de toute chair en qui est le souffle de vie* » (1). Le texte est formel : avec Noé se trouvent les représentants de tous les êtres vivants dont la création est indiquée au premier chapitre de la Genèse, toujours en exceptant les animaux aquatiques. Inutile d'insister.

III. L'expression importante est « *la terre* », « *toute la terre* ». Pour le R. P. Brucker, « la terre » dans la narration diluvienne, ne signifierait qu'une partie de la terre. Est-ce sur le texte que le savant jésuite bâtit son argument? Il l'a essayé, mais sans succès. « Dans les trois chapitres de la Genèse (VI-VIII) qui nous occupent, on constate d'abord qu'à s'en tenir au contexte grammatical et immédiatement voisin, il n'y a pas un seul endroit où la signification la plus étendue (du mot *terre)* soit évidemment commandée » (2). D'exemple, point! De notre côté, nous osons prétendre, sans craindre la contradiction, qu'à s'en tenir « au contexte grammatical et immédiatement voisin », pas une seule fois, dans les textes en question, le mot *terre* ne se prête à une signification

(1) *Gen.*, VIII, 14, 15. Il importe de remarquer l'expression " *selon son espèce* ", qui se trouve également dans le récit de la création; *Gen.*, I, 24, 25.
(2) Art. de juillet, p. 127.

restreinte; et nous ajoutons que, si par hasard notre prétention se trouvait fausse, alors il faudrait admettre *à pari* que d'après ce contexte les expressions « hommes » et « animaux » doivent être restreintes. Les non-universalistes auraient encore raison.

Le R. P. Brucker continue : « Ensuite on trouve des passages où c'est, au contraire, une signification restreinte qui est la plus naturelle. Par exemple, quand il est dit que « *la terre* était corrompue, parce que *toute chair* (c'est-à-dire *tout homme)* avait corrompu sa voie *sur la terre* (VI, 12) », il est clair qu'il s'agit de la terre *habitée par les hommes.* (1) »

L'auteur, pour obtenir ici une restriction est obligé de s'appuyer sur l'hypothèse qu'à cette époque la terre n'était qu'en partie habitée. Cette hypothèse sort-elle naturellement du texte? Le contraire nous paraît en découler plus naturellement; car on pourrait dire que, si *la terre* est corrompue par la corruption de *toute chair,* c'est que *toute chair* remplit *toute la terre.*

D'ailleurs, nous ne cesserons de le répéter, ce n'est pas le moment de présenter des hypothèses. Avant de se demander si par « la terre » il faut entendre *une partie* de la terre, *la partie habitée* de la terre, il conviendrait de savoir si la terre était ou n'était pas entièrement habitée. Le texte n'en dit rien; il n'est donc pas permis de restreindre ses expressions.

« Tout cela, dit lui-même le R. P. Brucker, ne suffit point pour former un jugement sûr (2). » Il propose alors l'examen du *contexte d'ensemble.* Nous ne pouvons le suivre sur ce terrain, avant d'avoir protesté contre sa manière de procéder. Ce qu'il appelle « l'examen du *contexte d'en-*

(1) Le R. P. Brucker souligne l'expression " sur la terre „ *(al hâ'âretz),* sans doute pour rappeler que, pour lui, cela indique nécessairement une restriction. Nous croyons avoir, par le parallélisme, démontré la fausseté de cette opinion.

(2) Ibid., p. 127.

semble » n'est plus l'examen du texte pris en lui-même, à la lettre; c'est, pour ainsi dire, l'étude des obstacles naturels qui s'opposent à l'inondation totale de la terre. N'est-ce pas sortir du programme tracé? Nous n'y voyons qu'un aveu de l'impossibilité où l'on se trouve d'établir sur le texte même la théorie de l'universalité restreinte aux hommes.

Jetons un coup d'œil snr ce *contexte d'ensemble.*

« Ce contexte nous apprend, en premier lieu, que, si Dieu s'est décidé à ravager *la terre* par une inondation terrible, c'est à cause des péchés des hommes..... Le but de Dieu ne demandait donc pas que toute la surface du globe fût ravagée *si, comme on peut le supposer, elle n'était pas encore colonisée tout entière par le genre humain* (1). Il demandait plutôt le contraire, pour épargner *les miracles inutiles* (2) qu'aurait exigés la submersion, d'abord, puis la restauration des régions qui n'avaient point été souillées du contact de l'homme prévaricateur » (3).

Ne convient-il pas avant tout de poser la question, que semble craindre le savant religieux : Quelles étaient à l'époque du déluge les limites de l'habitation de l'homme sur la surface du globe? « D'après des calculs très bien fondés, on croit que *cinq siècles* après la création, il y avait au moins 1 200 000 hommes sur la terre. Suivant les Septante, le déluge ayant eu lieu 2262 ans après la création d'Adam, il n'est pas étonnant que le globe ait été habité dans toutes ses parties (4). » Le R. P. Brucker peut d'autant moins se refuser à croire à la colonisation de la terre entière à l'époque du déluge, qu'il a soutenu ailleurs une opinion (elle nous a procuré une première fois l'honneur de discuter avec lui) de laquelle découlerait

(1) C'est nous qui soulignons ce membre de phrase ; on comprend déjà pourquoi nous tenons à y attirer l'attention.

(2) C'est encore nous qui soulignons.

(3) Art. de juillet, p. 128.

(4) Drioux, *La Bible, Genèse,* VII, pp. 26,27.

l'insuffisance de la chronologie même des Septante (1). La conséquence serait alors, pour le cas présent, un nombre d'années plus considérable entre la création et le déluge. — S'il était prouvé que le genre humain tout entier a succombé dans le cataclysme, l'inondation totale de la terre serait donc plus qu'une probabilité.

Et quand bien même la race humaine n'eût pas été, à cette époque, aussi multipliée que nous le supposons, voudra-t-on la réunir dans une seule contrée afin que le flot diluvien n'ait pas à vaincre des obstacles naturellement insurmontables? La science et l'histoire (2) n'admettront ni le groupement de l'humanité entière, après plus de vingt siècles, sur un seul point du globe, ni l'arrêt subit des eaux vengeresses sur les limites de l'habitation de l'homme. Ce dernier fait exigerait ce que le R. P. Brucker appelle un « *miracle inutile* ». Voilà le mot! La vraie raison qui fait reculer devant l'inondation totale de la terre, c'est qu'il faudrait admettre une série de faits extraordinaires énumérés par M. Motais (3) et nommés par son contradicteur des « *miracles inutiles* » (4).

Mais, qu'on y prenne garde, ce n'est point le texte qui nous apprend tout cela, c'est la science (5). Quant aux

(1) *Controverse*, mars, juillet, septembre 1886. Nous verrons, dans la dernière partie de ce travail, que le R. P. Brucker veut bien allonger la chronologie du déluge à Abraham, mais qu'il s'y refuse pour la chronologie de la création au déluge. C'est de l'arbitraire pur!

(2) L'histoire biblique repousse la première hypothèse, puisqu'elle nous montre la famille de Caïn émigrant dès le principe et vouée à des migrations continuelles : *vagus et profugus in terra. (Gen.* IV, 12-16.). Pour la seconde hypothèse, on aurait tort de nous opposer les eaux de la mer Rouge se divisant devant le peuple de Dieu; car, dans ce cas, le fait est affirmé; tandis que, pour le déluge, il n'y a pas la moindre allusion à rien de semblable.

(3) *Le Déluge biblique*, pp. 210 à 214.

(4) Art. de juillet, p. 128.

(5) D'après le R. P. Brucker, une preuve de la non-universalité *géographique* du déluge, c'est que rien n'est prescrit pour le sauvetage des *végétaux* et des *poissons* qui " devaient périr suivant les lois naturelles dans un déluge rigoureusement universel „ (p. 128). Le savant jésuite parle ici au nom de la science et non au nom du texte, quoiqu'il prétende trouver cela dans l'étude du texte seul; c'est important à noter. Ce qu'il dit des végétaux nous semble,

textes bibliques, l'étude impartiale que nous venons d'en faire, nous permet, semble-t-il, de poser cette conclusion émise par Jean d'Estienne : « Il est clair que, à ne se placer qu'au point de vue de la lettre seule de ces textes, — sans chercher à éclairer celle-ci par d'autres textes pouvant s'y rapporter, ou à les accorder avec les connaissances que nous possédons aujourd'hui et depuis peu dans les différentes branches des sciences naturelles, — il faut admettre que l'inondation diluvienne a recouvert le globe tout entier, et jusqu'à une altitude assez élevée pour engloutir les plus hautes cimes des Cordillères, des Andes, de l'Himalaya. La conséquence rigoureuse d'une telle interprétation, c'est, à l'exception tout au plus des animaux aquatiques, la destruction de toutes les bêtes non embarquées dans l'arche : les espèces étaient alors préservées, étant représentées chacune par plusieurs couples sauvés avec la famille de Noé, seule du genre humain échappée au cataclysme (1). »

En un mot le texte biblique, ainsi considéré isolément, donne raison aux partisans de l'*universalité absolue* du déluge.

II

LA BIBLE ET LA NON-UNIVERSALITÉ.

Comment les partisans de la *non-universalité* du déluge peuvent-ils légitimement donner un sens restreint aux expressions « *toute* la terre », « *tous* les hommes », « *tous*

au point de vue scientifique, un peu exagéré. Un an après le commencement du déluge, la terre était déjà *sèche* (*Gen.*, VII, 13, 14). La feuille d'olivier arrachée par la colombe prouve que six ou sept mois de station sous l'eau pouvaient ne pas détruire toute vie végétale.

(1) Jean d'Estienne, *Le déluge biblique et les races antédiluviennes*, REVUE DES QUEST. SCIENT., oct. 1885, p. 489 ; tirage à part (Bruxelles et Rennes), p. 26.

les animaux », alors qu'ils professent que le texte, pris en lui-même, ne comporte pas la moindre restriction? C'est une question que naturellement se posera le lecteur. Nous y répondrons par une autre question. Pourquoi le R. P. Brucker se refuse-t-il à croire à l'inondation de toute la terre? La seule raison valable, qu'il apporte, n'est-ce pas qu'une telle submersion aurait exigé des « miracles inutiles »? C'est aussi une des raisons émises par les *non universalistes*.

Et puisque, de l'aveu de tous, « toute la terre » ne désigne pas *la terre entière;* comme nous n'avons pas « deux poids et deux mesures », nous disons que, par « tous les hommes » et par « tous les animaux », il ne faut pas nécessairement entendre tous les hommes et tous les animaux qui existent. D'ailleurs, une fois reconnue la non-universalité *géographique*, est-il possible de supposer que les hommes et les animaux qui, au moment du déluge, étaient répandus comme nous l'avons dit sur le globe entier, aient tous été atteints? On se verrait, dans ce cas, forcé de faire intervenir les « miracles inutiles ».

Mais une nouvelle question se pose. Comment concilier la non-universalité du déluge avec les formules si générales employées par l'écrivain biblique?

Pour résoudre ce problème, il convient de déterminer le point de vue auquel se plaçait le narrateur. M. Motais croit ce point de vue purement *subjectif;* c'est-à-dire que « l'écrivain mesure le monde à l'horizon de sa pensée... qu'il nomme *universa terra*, un cercle tracé par son horizon visuel » (1). « Le tout, répond alors le R. P. Brucker, est de prouver *le point de vue subjectif du narrateur,* tel que l'expose M. Motais; cette preuve nous paraît faire complètement défaut (2). » Essayons de reproduire cette preuve. Le savant auteur du *Déluge biblique* invoque en

(1) *Déluge biblique*, pp. 96, 97.
(2) Art. de juillet, p. 135.

premier lieu les « usages de l'Écriture ». On trouve, en effet, en dehors du récit du déluge, un grand nombre de passages où l'expression « toute la terre », *omnis terra,* doit se prendre dans un sens souvent très restreint. Le R. P. Brucker n'admet pas le parallélisme entre les textes auxquels M. Motais fait allusion et la relation du déluge. Concédons que « la Genèse ne veut pas être interprétée comme les accents enflammés d'un Isaïe, d'un Jérémie, etc. (1). » Mais il en est autrement lorsque les passages mis en parallèle appartiennent au même genre de littérature. C'est ainsi que l'a compris M. Motais; puisque, en plus des comparaisons de la partie prophétique du chapitre VI avec des passages empruntés aux livres prophétiques, il apporte des extraits de livres purement historiques. Par exemple : la famine du temps de Jacob qui se fit sentir sur *toute la terre* « in universa terra »; *toute la terre* « universa terra » désirant voir Salomon; des hommes *de toutes les nations qui sont sous le ciel,* « ex omni natione quæ sub cœlo est », réunis à Jérusalem pour la fête de la Pentecôte (2). Aussi le R. P. Brucker est-il forcé de se rendre; mais non sans soulever une autre difficulté. « D'ailleurs, écrit-il, *si les écrivains bibliques mesurent souvent le monde à l'horizon de leur pensée restreinte,* il n'en est pas moins certain que *tout aussi fréquemment leur pensée embrasse le monde entier* (3). » Et il ajoute : « *Autrement que deviendraient, par exemple,* la plupart des prophéties messianiques? »

Les auteurs bibliques connaissaient-ils le sens *typique* de leurs écrits? Lorsqu'ils publient que le royaume de Juda s'étendra jusqu'aux extrémités de la terre, *dans leur pensée* ces paroles s'appliquent-elles au royaume du Messie qui aura ces limites extrêmes? La pensée de l'écrivain ne

(1) Art. de juillet, p. 125, note 1. Le R. P. Brucker oublie la *prophétie* du déluge.

(2) M. Motais cite un grand nombre de passages de ce genre aux pages 51 et 52 de son *Déluge biblique*. Cf. Vigouroux, *Manuel biblique*, t. I, art. *Déluge*

(3) Art. de juillet, p. 135.

voit pas si loin; la pensée qui embrasse le monde tout entier n'est autre que celle de l'Esprit divin : l'inspiré la rend exactement, mais sans en avoir nécessairement la pleine intelligence.

D'ailleurs, ce n'est pas le moment de nous occuper du *sens typique;* et nous ne comprenons pas pourquoi le R. P. Brucker nous introduit dans les prophéties, après avoir dit que « la Genèse ne veut pas être interprétée comme les accents enflammés d'un prophète. »

Revenons donc au sens littéral, et continuons de prouver le point de vue subjectif du narrateur du déluge biblique.

Nous n'en pouvons apporter de preuve plus frappante que celle-ci, indiquée par M. Motais : *Quinze jours* environ avant que Noé constatât que « la surface de la terre était sèche » (1), la colombe est lâchée. Elle ne trouve pas où mettre le pied; « alors elle revint à Noé dans l'arche, car *les eaux couvraient toute la terre* » (2). En d'autres termes, Noé, du prompt retour de la colombe, conclut que « *les eaux couvraient encore toute la terre* ». Il ne s'agit donc pas du *point de vue de la colombe,* comme l'insinue plaisamment le R. P. Brucker, mais du *point de vue de Noé.* C'est si vrai que, deux versets plus bas (v. 11), lorsque la seconde colombe apporte la feuille d'olivier, il est dit : « Noé connut alors que les eaux avaient diminué sur la terre. » Ne voit-on pas que, pour Noé, « *toute* la terre » et « *toutes* les montagnes », c'est la contrée et les montagnes qu'il a eues sous les yeux pendant le cataclysme; de même que « *tous* les hommes » et « *tous* les animaux », ce sont les hommes et les animaux de cette contrée.

Ce point de vue subjectif du narrateur est chose admise par plus d'un exégète. Au moment où l'ouvrage de M. Motais allait être livré à la publicité, le savant

(1) *Gen.*, VIII, 13.
(2) *Gen.*, VIII, 9.

P. Corluy, dans une remarquable étude (1), écrivait que « certains auteurs croient pouvoir concilier le récit du déluge avec l'opinion qui excepte de ce cataclysme une partie du genre humain. Dieu, disent-ils, inspire à Moïse de raconter le déluge. Moïse se sert d'un document écrit, ou invoque la tradition orale conservée fidèlement parmi la descendance des patriarches. Noé et les membres de sa famille ont vu les eaux envahir toutes les régions qu'ils pouvaient embrasser du regard, ils y ont vu périr tous les hommes et tous les animaux ; ils se sont naturellement persuadé que toute la terre et tout ce qui était vivant à sa surface avait subi le même sort; de là dans la manière de rapporter l'événement ces expressions universelles : toute la terre, tous les êtres vivants, toutes les montagnes situées sous tous les cieux. Moïse s'est approprié ces documents; et, persuadé de l'universalité absolue du déluge(2), il n'a rien changé à ces expressions. L'Esprit-Saint, qui avait seulement en vue la narration d'une inondation prodigieuse destinée à punir les crimes des hommes, n'a pas empêché l'hagiographe d'employer ces expressions générales, surtout alors que, mises en parallèle avec des expressions semblables en d'autres endroits de la Bible, elles étaient susceptibles d'un sens plus restreint. Ce sens restreint, appliqué à ces expressions, devait corriger plus tard l'inexactitude ou même la fausseté de l'idée qu'on s'était faite sur l'étendue du déluge. Voilà ce que disent ces auteurs » (3). Et le savant professeur ajoute : « *Si*

(1) *L'interprétation de la sainte Écriture et les conclusions de la science humaine*, dans La Controverse ; 1er article, mai 1885, p. 74.

(2) On peut même supposer que le rédacteur connaissait la non-universalité du déluge ; mais qu'il a laissé aux documents leurs expressions générales. — C. R.

(3) Cette manière de voir concorde parfaitement avec les idées émises par l'éminent professeur d'Écriture sainte du collège de Louvain, sur l'inspiration des écrivains sacrés. « La vérité, objet de la pensée divine, dit-il, c'est le *verbum formale*, venant tout entier de Dieu. Mais Dieu abandonne à son secrétaire le *verbum materiale*, c'est-à-dire l'expression de cette vérité, les mots, le style, l'arrangement des détails. Toutefois l'homme, en tirant ainsi

toute la question de la non-universalité du déluge se bornait à la discussion du seul texte de Moïse, il y aurait dans ce raisonnement un élément fécond de solution. » Précisément c'est à la discussion de ce texte que nous nous bornons pour le moment. Nous sommes donc heureux d'avoir sur ce point le témoignage favorable d'un auteur si compétent dans les études scripturaires (1).

Une fois admis le point de vue subjectif du narrateur, c'est-à-dire une fois admis que Noé fait le récit uniquement de ce qu'il a vu, bien des points s'éclaircissent.

Ne devient-il pas évident que dans toute la relation du déluge, dès le commencement du chapitre VI, on se trouve en face d'un événement appartenant en propre à l'histoire de la contrée habitée par Noé? C'est dans cette contrée qu'ont eu lieu les alliances funestes entre « fils de Dieu » et « filles de l'homme »; c'est cette contrée qui, une fois corrompue, a été inondée par les eaux du déluge, et dont les habitants, hommes et animaux ont *tous* péri à l'exception des préservés de l'arche. Nous ne disons pas que d'autres contrées n'ont pas eu le même sort; mais nous constatons que, dans la Bible, il n'est absolument question que de la région habitée par Noé. Il ne faut pas le perdre de vue, c'est le patriarche ou ses fils qui seuls ont pu rap-

de son propre fonds l'expression de la pensée divine, reste toujours sous l'influence du Saint-Esprit, qui le dirige et l'assiste afin que, dans l'expression de la pensée divine, il ne laisse glisser aucune erreur ni rien qui soit contraire à cette même pensée. Entre ces limites l'homme inspiré se meut librement : d'où il arrive que, tout en rendant fidèlement la pensée divine, il laisse parfois refléter dans son expression certains concepts qui s'agitent dans son esprit en dehors de l'inspiration. Ces concepts cependant, l'auteur ne les énonce pas ; mais de sa manière de parler nous pouvons déduire qu'il les a dans l'esprit. Or ces concepts, n'étant pas le résultat de l'inspiration, peuvent participer à toutes les imperfections dont la nature humaine est susceptible. » *Loc. cit.* dans la *Controverse*, 2e art., juillet 1885, pp. 413-414. Cf. Güttler, *Naturforschung und Bibel*, REVUE DES QUEST. SCIENT., t. VIII, pp. 254-255.

(1) Le R. P. Corluy, professeur d'Écriture sainte au collège théologique des jésuites, à Louvain, a publié des travaux remarquables parmi lesquels nous citerons : *Commentarius in Evangelium S. Joannis* et *Spicilegium dogmatico-biblicum.*

porter cet événement transmis jusqu'à nous par leur postérité, et ils n'ont parlé, nous le répétons, que de ce qui concernait leur région.

Il nous est d'ailleurs possible d'appuyer notre hypothèse par d'autres arguments.

Pourquoi, demanderons-nous, vouloir mettre en cause le genre humain tout entier dans un fait qui, d'après le plan même de la Genèse, n'a rapport qu'à une faible portion de l'humanité?

Dès le chapitre v, en effet, commence l'histoire exclusive des ancêtres du peuple d'Israël, avec ce titre :

Voici le livre des générations d'Adam.

Adam engendra *Seth*, puis des fils et des filles; *Seth* engendra *Enos*, puis des fils et des filles..... *Lamech* engendra *Noé*, puis des fils et des filles; *Noé* engendra Sem, Cham et Japhet.

C'est l'histoire *exclusivement patriarcale* qui commence; l'histoire de la lignée de Seth à l'exclusion des branches secondaires qui sont rejetées en bloc sous le nom général de « fils et filles ». Mais le R. P. Brucker nous arrête. Pour lui, Moïse ne supprime « en aucune manière les descendants d'Adam autres que les Séthites » (1). La preuve en est, dit-il, qu'après avoir nommé Seth, on observe explicitement qu'Adam engendra *des fils et des filles;* et que, « si Moïse se contente de mentionner en bloc les autres enfants d'Adam, c'est qu'il a déjà fait l'histoire des principaux d'entre eux dans le chapitre précédent (2). » Admettons cette raison pour les « fils et filles » d'Adam. Mais les « fils et filles » de Seth, d'Énos, etc., où se trouvent leurs noms ou leur histoire en dehors du chapitre v de la Genèse?

Nous ne connaissons pas de moyen plus significatif pour faire savoir l'intention de traiter une seule ligne, que celui employé ici par l'écrivain sacré. Supprimer complè-

(1) Art. de juillet, p. 139.
(2) Ibid., pp. 139,140.

tement « les fils et les filles », c'eût été exposer le lecteur à quelque méprise, à supposer par exemple que chaque patriarche n'a eu qu'un fils. D'ailleurs, le R. P. Brucker avoue que le but de Moïse « n'est point de faire l'histoire générale de l'humanité », mais de retracer les origines de l'alliance de Dieu avec son peuple, « origines qui se confondent de fait avec celles des *ancêtres d'Israël* » (1). Voilà certes le R. P. Brucker bien d'accord avec l'auteur du *Déluge biblique*. Cependant le savant jésuite, qui reproche à M. Motais de se jeter dans des « considérations ingénieuses, qui s'élèvent parfois jusqu'à l'éloquence, mais en somme bien conjecturales » (2), se lance lui-même dans des considérations non moins conjecturales dont le résultat définitif est la contradiction. En effet, après avoir reconnu ce que nous venons de noter, il écrit : « Les faits consignés dans les onze premiers chapitres de la Genèse.... *ne sont pas là des incidents de l'histoire d'une race privilégiée,* ce sont des épisodes de l'*histoire religieuse du genre humain* » (3). Au milieu de ces considérations, nous saisissons qu'il veut faire commencer « l'histoire *exclusivement patriarcale,* l'histoire particulière des ancêtres du peuple de Dieu » après la dispersion racontée au chapitre XI. Il déclare que la faire remonter jusqu'au chapitre V, c'est aller « contre l'interprétation non seulement de toute la tradition ecclésiastique, mais de toute l'exégèse croyante ou incroyante » (4). Ne pouvant espérer

(1) Art. de juillet, p. 140.
(2) Ibid., p. 142.
(3) Ibid., p. 140.
(4) Ibid., p. 141. Le R. P. Brucker est bien affirmatif. Nous ne chercherons pas ce que révèlent sur le sujet *toute* la tradition ecclésiastique et *toute* l'exégèse croyante ou incroyante. Nous exposons simplement le témoignage de S. Luc, auquel nous allons ajouter ici celui de D. Calmet, qui généralement donne le sens de la tradition ecclésiastique et de l'exégèse croyante. Voici ce qu'il dit, Genèse V, à propos du *Liber generationis Adam :* " Moïse n'y comprend ni Caïn, ni sa race : il ne parle que de la postérité d'Adam par Seth, qui était la souche du peuple choisi, et des pères du Messie, auquel toute l'Écriture se doit rapporter. » Saint Éphrem, pour ne citer que ce Père, s'exprime ainsi : " A rebus Cainitarum et eorum genealogia, atque Lamechi cum

être jamais de l'avis de tout le monde sur ce point, nous nous rangerons à celui d'un évangéliste. Saint Luc (III, 23-38) ne fait-il pas commencer l'histoire particulière des ancêtres du peuple de Dieu au chapitre V, lorsque, dans sa généalogie du Christ, il dit que *Jésus* était fils putatif de « *Joseph,* qui fuit *Héli,*..... qui fuit *Sem,* qui fuit *Noe,*.... qui fuit *Henos,* qui fuit *Seth,* qui fuit *Adam,* qui fuit *Dei* » ?

Nous nous sentons suffisamment autorisé à croire qu'à partir du chapitre V, nous avons l'histoire exclusive des ancêtres du peuple de Dieu. En conséquence, nous sommes à l'époque du déluge, non pas en face de l'humanité entière, non pas même en face de toute la race séthite ; mais simplement en face du peuple de race séthite au milieu duquel vivaient Noé et sa famille.

Qu'on ne nous reproche pas de renfermer le monde noachique dans des limites trop étroites. Car les textes qu'on oppose sans cesse aux partisans de la non-universalité du déluge nous défendraient contre un tel reproche.

Le prince des apôtres nous montre le Christ visitant « ceux qui avaient été autrefois *incrédules,* lorsque, du temps de Noé, *la patience de Dieu attendait pour la dernière fois, pendant que l'arche se bâtissait,* dans laquelle un petit nombre, savoir, huit personnes furent sauvées au travers de l'eau » (1). Noé est appelé « prédicateur de la justice » (2), et est dit avoir « condamné le monde » par la construction de l'arche (3). Demandez aux commentateurs ce qu'ils entendent par ces paroles des apôtres, et,

uxoribus colloquio transit Moses ad Sethianæ stirpis historiam. » *In Genes.*, edit. Caillau, t. I, p. 78, n. XVII. — Après la dispersion racontée au ch. XI, vient la généalogie des Sémites, qui n'est que la suite de la généalogie du ch. V. Il faudrait donc, si l'on acceptait la théorie du P. Brucker, faire commencer l'histoire des ancêtres du peuple de Dieu à la vocation d'Abraham, et ne voir jusque-là que l'histoire générale du genre humain. Est-ce admissible ?

(1) I Petr., III, 20.
(2) III Petr., II, 5.
(3) Hebr., XI, 7.

sans hésiter, ils vous répondront que Noé annonça à ses contemporains les châtiments dont ils étaient menacés, et les exhorta, mais en vain, à la pénitence ; que la foi de Noé, en construisant l'arche, « servit à rendre plus coupable encore l'incrédulité du monde impénitent qui se riait des menaces dont ce patriarche était auprès de lui l'interprète de la part de Dieu » (1).

Voudra-t-on que Noé ait parcouru tout le monde habité pour remplir sa mission de prédicateur ? Voudra-t-on que tous les hommes aient vu l'arche se construire et condamner leur incrédulité ? Voilà ce que les partisans de la destruction totale du genre humain seront forcés d'admettre. Certes toute difficulté disparaîtrait, s'il était possible de supposer que *tous les hommes* étaient alors massés sur un seul point de la terre. Mais n'est-ce pas insoutenable ? Depuis plus de *vingt siècles* — on pourrait dire au moins *trente* si l'hypothèse du R. P. Brucker sur les généalogies avec dates se vérifiait — l'humanité se multiplie sur la terre. Les hommes, nous l'avons déjà dit, n'ont pu rester groupés autour du berceau primitif, ils se sont forcément dispersés sur tous les points du globe.

C'est donc uniquement dans la contrée qu'il habite que se font les exhortations de Noé. Il ignore si, au delà du cercle qu'il a parcouru autour de son séjour ordinaire, se trouvent des peuples qui se corrompent et que le flot diluvien atteindra ; de même, les habitants de ces régions éloignées ne se doutent guère qu'en un autre coin de la terre se construit une arche destinée à préserver de la corruption qui le menace un des ancêtres de Celui qui réunira tous les peuples sous la même loi.

Expliquons maintenant, Bible en main, l'événement raconté dans la Genèse aux chapitres VI, VII et VIII.

Cet événement, avons-nous dit, arriva, selon les

(1) Bible de Drach, *Épîtres de S. Paul. Hebr.*, XI, 7. Voir aussi dans la même Bible : *Épîtres catholiques, S. Pierre* I, ch. III, 20; II, ch. II, 5. Cf. Dom Calmet.

Septante, vingt-trois siècles environ après la création de l'homme. Les diverses races sorties d'Adam étaient alors dispersées et fractionnées sur toute la terre. D'après la Genèse, il semblerait que le monde patriarcal, — c'est-à-dire, la fraction séthite au milieu de laquelle vivaient les patriarches nommés au chapitre v — se fût développé côte à côte avec une fraction de race caïnite (1). Aux uns, de la lignée de Seth, est donné le nom de « fils de Dieu », parce qu'ils auraient été les fidèles serviteurs de la divinité; aux autres, de la race de Caïn (2), est attribué le nom de « fils de l'homme », à cause de la malédiction et des mœurs brutales qu'ils auraient héritées du premier homicide, leur ancêtre.

Cette différence de race, de croyance et de mœurs empêcha pendant quelque temps, nous laisse penser la Genèse, tout mélange entre les deux peuples. Ce n'est que plus tard, vaincus par les attraits séducteurs des « filles

(1) " Nous savons aujourd'hui que l'humanité a été brassée de bien bonne heure par les migrations, qui mettaient en contact des populations fort différentes et amenaient des croisements. „ A. de Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines : Questions générales.* Paris 1887, p. 172.

(2) Nous croyons devoir nous écarter de la thèse de M. Motais sur la question des " filles de l'homme „; nous préférons les croire Caïnites. (M. Motais, aux pages 262 et 294 de son livre, est moins affirmatif.) D'ailleurs, pour le fond de la thèse, ce point importe peu; le R. P. Brucker le reconnaît lui-même (*loc. cit.*, p. 146). Notre opinion n'irait pas davantage contre le plan de la Genèse tel que le conçoit M. Motais ; car, si l'on fait intervenir *des* Caïnites dans l'histoire des Séthites, ce n'est que pour l'intégrité de cette histoire; de même que dans toute histoire nationale on est forcé pour l'intégrité du récit, de faire allusion à d'autres peuples, à moins de passer sous silence des événements très importants de cette histoire qui reste néanmoins purement nationale. — Les critiques du R. P. Brucker contre ce plan de la Genèse (p. 138) ne nous arrêteront pas; d'autant qu'il suffit de suivre ces critiques, sur le texte biblique, pour s'assurer de leur peu de fondement.

Ajoutons qu'à notre avis le texte de la *Sagesse* (x, 3, 4) ne peut être objecté contre ceux qui, avec M. Motais, voient dans les " filles de l'homme „ des Séthites de bas étage; car, même en admettant la version δι' ὅν, il n'est point si évident qu'il s'agisse, dans le verset 4, de la descendance de Caïn. Le mot *injustus* est impersonnel; de telle sorte que, si l'on arrivait à prouver l'absence de tout Caïnite dans l'histoire du déluge, ce mot s'appliquerait aussi exactement aux membres impies d'une autre race.

de l'homme », peut-être sollicités par elles, comme plus tard les Israélites par les filles de Moab (1), que les « fils de Dieu » contractèrent des alliances coupables avec ces femmes, « prenant parmi elles *toutes celles qui leur plurent* ». (Gen. VI, 2.) A l'époque de Noé, la corruption du monde patriarcal était à son comble. On comprend l'affliction du Seigneur et les plaintes amères que l'écrivain sacré met sur ses lèvres : c'est sur cette lignée de la race de Seth qu'il avait jeté les yeux pour l'accomplissement de ses desseins. Ce n'est pas sur la dépravation des « fils de l'homme » qu'il gémit; cette race nous apparaît dès le principe plongée dans le vice. Les plaintes et les menaces ne se font entendre qu'après le crime des « fils de Dieu ». C'est la corruption de ses fils que le Seigneur déplore. Et si, comme nous l'apprennent les livres du Nouveau Testament, Noé transmet les menaces de la divinité et prêche la pénitence, ce n'est sans doute pas aux corrupteurs qu'il s'adresse, mais bien plutôt aux pervertis. Exhortations sans résultats, puisque le Seigneur constate « que la direction des pensées du cœur de l'homme est constamment tournée vers le mal ». (Gen., VI, 5.)

On conçoit dès lors qu'au milieu de la perversion générale des « fils de Dieu », Noé « trouve grâce devant Dieu, non pas *seulement* parce qu'il est juste, mais parce qu'il est juste et patriarche, le dernier, le plus jeune, le plus pur des patriarches, le sauveur indispensable des traditions du passé, l'unique espoir de renouvellement pour la foi et les mœurs de l'avenir » (2).

(1) *Nombres*, XXV. Comparer la fornication des Israélites avec celle des " fils de Dieu „, et les conséquences dans l'un et l'autre cas. C'est tout d'abord contre son peuple et non contre les Moabites corrupteurs que Dieu s'irrite et sévit.

(2) *Le Déluge biblique*, p. 89. Comme M. Motais, Mgr Meignan, actuellement archevêque de Tours, voit dans le déluge autre chose qu'un châtiment. " La perversité envahit la terre..... Le plan de la régénération de l'humanité par le Christ semble à jamais compromis par les prévarications humaines. Dieu

Pour l'écrivain sacré, les corrupteurs et leurs victimes ont péri dans le déluge. Les eaux se sont-elles étendues bien loin au delà de la contrée maudite? D'autres populations ont-elles été atteintes par le flot diluvien? Le narrateur biblique n'en dit rien; tout cela n'entre pas dans son plan. Mais nous croyons que ce serait une grande erreur de supposer à ce cataclysme des limites très restreintes; la science nous révélera peut-être un jour l'immense continent témoin de la vengeance divine (1).

Les arguments apportés jusqu'ici par le R. P. Brucker contre la thèse de la non-universalité du déluge ne nous semblent pas avoir atteint leur but.

Suivons-le maintenant en dehors de la Genèse.

On apporte en preuve de la destruction complète de l'humanité, ce texte de la *Sagesse* (XIV, 6), que nous traduisons mot à mot du grec :

« *Dans le principe, lorsque les orgueilleux géants périrent, l'espérance du monde, réfugiée sur un bateau, laissa pour l'avenir le germe d'une postérité, grâce à ta main qui gouvernait.* »

On ajoute encore celui-ci extrait de l'*Ecclésiastique* (LXIV, 17, 18), dont nous donnons encore le mot à mot d'après le texte grec :

cependant ne voulait pas que ses promesses fussent vaines et que le premier type de l'économie rédemptrice fût anéanti. Il résolut de détruire l'humanité tout entière et de n'en conserver que ce qui gardait encore dans la foi, dans la discipline, le type premier de la rédemption. Le type de l'œuvre rédemptrice reçut une nouvelle lumière et une nouvelle consécration par l'événement du déluge. » *Prophéties messianiques: Livres des rois, Introduction*, pp. LVI-LVII.

(1) Des auteurs graves considèrent l'*Atlantide* de Platon, disparue sous les flots, comme le continent qui aurait porté cette partie de l'humanité primitive. « L'Atlantique et le Pacifique, écrivait Jean d'Estienne, sont assez vastes pour qu'aucune objection sérieuse ne puisse être opposée à cette hypothèse. » (*Revue des quest. scientifiq.*, oct. 1882, p. 428.) — Un ouvrage dont les nombreuses éditions prouvent l'intérêt qu'il inspire exposait, ces dernières années, l'hypothèse ci-dessus : *Atlantis, the antediluvian world, by Ignatius Donnelly.* Un essai de réfutation peu réussi a paru l'an dernier : *The secret of Plato's Atlantis.* L'auteur, Lord Arundell of Wardour, est celui-là même qui, ayant combattu la non-universalité du déluge, dans le *Tablet* (1er mars 1884), reçut dans le même journal (8 mars) une réplique si spirituelle de Mgr Clifford, évêque de Clifton.

« *Noé fut trouvé parfait juste, au temps de la colère il devint rédemption. A cause de cela il y eut un reste* (une semence) *pour la terre, c'est pourquoi eut lieu le déluge.* »

Supposée admise la non-universalité du déluge quant aux hommes, ces deux textes ne seraient-ils pas aussi compréhensibles que dans l'hypothèse d'une destruction totale? — Mais ne nous contentons pas de cette interrogation. A l'un et à l'autre texte peut être donnée une explication commune. M. Motais, qui les avait passés sous silence dans son ouvrage, a traité la question de l'*Ecclésiastique* dans une lettre écrite quelques mois avant sa mort; c'est sa solution que nous allons donner : « Il y a deux questions à se poser. La première est celle-ci : les paroles de l'*Ecclésiastique* doivent-elles être prises au sens *physique* ou au sens *moral?* Il n'y a pas un mot dans le texte qui indique qu'il s'agisse du sens physique. Le verset 17, au contraire, insinue clairement qu'il s'agit d'une semence (reste) morale. Si vous vous souvenez du but élevé, tout moral, tout messianique, assigné au déluge dans mon ouvrage, vous comprendrez aisément comment Noé, en sauvant la tradition primitive qui se perdait, en conduisant le monde à Jésus-Christ, a vraiment été l'unique semence(reste)laissée à la terre. Le monde était perdu sans ressources, si Noé n'avait pas été conservé; et Noé ne pouvait être utile à rien sans le déluge qui, en le faisant rentrer dans l'isolement, arrêtait la corruption de la branche patriarcale. Aussi le texte grec dit-il que la vertu de Noé fut la base de la *réconciliation* (rédemption), qu'il fut laissé en conséquence comme semence (reste) du monde et que « c'est pour cela qu'arriva le déluge. »

» Or, s'il est vrai de dire en ce sens que Noé fut l'unique semence laissée au monde, peut-on objecter ce texte, lorsque le contexte et le but providentiel du déluge favorisent cette interprétation, loin de la combattre?

» L'interprétation *morale* de ce verset de l'Ecclésiastique est admise par les Pères. Aucun n'oublie ce point de

vue. Saint Ambroise dit : « *Noe ad semen futurorum est reservatus, ut ex illo justitiæ semina pullularent.* » Et ailleurs : « *Deus Noe ad renovandum semen hominum reservavit ut esset justitiæ seminarium.* » C'est aussi la pensée de la plupart des commentateurs ; s'ils y mêlent la question de l'universalité du déluge, c'est en vertu de leurs préjugés, et non appuyés sur le texte.

» La seconde question est celle-ci : L'*Ecclésiastique,* même en admettant qu'il s'agisse du sens physique, c'est-à-dire du repeuplement du monde, parle-t-il dans un sens absolument rigoureux ?

» Je vous ferai remarquer d'abord qu'il ne dit point que Noé avait été *unique* semence (reste) à la terre, et qu'il est moralement vrai de dire que Noé a été laissé pour semence à la terre, quand on voit le rôle joué dans le repeuplement et dans la civilisation du monde par la race blanche, qui tout entière descend de lui. A coup sûr, la race noachique a eu cette destinée providentielle dans le *monde.* Où en serait l'humanité, si les races abruties et dégradées qui survécurent en dehors d'elle, étaient seules restées au déluge ?

» Donc, dans le sens *moral,* la parole de l'*Ecclésiastique* est *rigoureusement* juste. Dans le sens *physique,* elle est *moralement* vraie.

» De quel droit serrer de plus près le texte pour l'expliquer ? Il y en a mille dans l'Écriture qu'on ferait mentir en les interprétant autrement.

» Permettez-moi d'ajouter que je suis convaincu que l'auteur sacré n'avait aucune idée bien précise sur le fait diluvien. Il n'a point voulu faire de l'histoire scientifique, mais de l'histoire morale, d'accord avec le but de son livre ; et à ce point de vue sa pensée, comme sa parole, est doublement exacte. »

Nous nous garderons bien d'ajouter un mot à cette solution ; d'autant que nous avons à répondre à bien d'autres objections.

Arrivons au grand argument, à ce que le R. P. Brucker appelle « la preuve principale » (1) de l'*universalité restreinte aux hommes.*

III

HORS L'ARCHE ET L'ÉGLISE, POINT DE SALUT.

L'universalité du déluge intéresse-t-elle le dogme ou la morale? C'est la question qu'on nous adresse. Distinguons. Le fait d'*un déluge*, fait historiquement incontestable, est connexe au dogme en tant qu'il est un *type prophétique.* Cela est admis.

Autre est la question de savoir si la circonstance d'*universalité* du cataclysme rentre dans le domaine de la foi. Sur ce point le R. P. Brucker, à son tour, distingue. Pour lui l'universalité *quant à la terre* et *quant aux animaux* n'appartient pas à ce domaine; mais il parle bien différemment lorsqu'il s'agit de l'*universalité quant aux hommes :* il la réclame au nom du dogme. — Comme on le voit, l'école de l'universalité restreinte est toujours et partout l'école des « deux poids et deux mesures ». « Elle concède, écrit le R. P. Théodore de Regnon, que le déluge noachique n'a pas fait périr tous les animaux, mais elle soutient, comme une *vérité ecclésiastique,* que tous les hommes ont été noyés sauf la famille renfermée dans l'arche.... *Son tort est de défendre ces opinions comme appartenant en quelque sorte à la foi, et de soutenir au nom du dogme des propositions qu'on sera peut-être obligé d'abandonner* (2). »

(1) Art. de juillet, p. 147.

(2) C'est là en effet, le grand tort de cette école. " Car, ajoute le R. P. de Regnon, ces concessions qu'on ne fait *qu'à regret* sont véritablement des *concessions regrettables,* puisqu'elles donnent l'occasion à l'incrédulité de prétendre que le dogme recule indéfiniment devant la science. Eh non ! le dogme est immuable ; mais *on avait laissé des opinions humaines envahir le terrain*

Sur quoi se fonde le R. P. Brucker pour nous défendre au nom de la foi de sauver d'autres hommes que Noé et sa famille (1)?

Voici l'argument qui lui « paraît le plus simple et tout à fait décisif » :

« *La tradition unanime et constante proclame le fait de l'universalité du déluge, quant à l'humanité, comme une vérité connexe avec la foi, parce qu'elle le donne pour base à un type certain ou une figure prophétique de Jésus-Christ et de l'Église* (2). »

Avant tout, il faut prouver que « l'universalité du déluge, *quant à l'humanité*, est un *type certain* de Jésus-Christ et de l'Église. »

Nous reconnaissons avec le savant auteur que le *type certain* est une véritable prophétie; que le *vrai type* scriptural est au premier rang des choses qui doivent s'interpréter d'après le sentiment de l'Église et l'*unanimité morale des Pères*.

Bien volontiers encore nous admettons qu'une fois un fait biblique, comme le déluge, déclaré *typique* par l'autorité compétente, cette déclaration rend du même coup certaines et l'*existence du type* en tant que tel, et la *réalité historique* du fait, sinon quant à toutes les circonstances, du moins pour celles qui *concourent à former le type d'après la déclaration autorisée* (3).

de la foi, et ce sont ces opinions qui peu à peu se flétrissent sous la lumière de la science, comme le lierre qui embrasse un rocher est desséché par l'ardeur du soleil. — La troisième école, et M. Motais s'en fait le champion, juge que le plus utile dans notre siècle de critique à outrance, est de *débarrasser le dogme de toutes ces opinions parasitaires.* » Th. de Regnon, S. J., compte rendu de l'ouvrage de M. Motais, *le Déluge biblique,* dans la BIBLIOGRAPHIE CATHOLIQUE, août 1885.

(1) Nous ne dirons rien de la question du miracle, sur laquelle le R.P. Brucker passe légèrement ; que les lecteurs se reportent aux pp. 99-105 du *Déluge biblique*, et ils cmprendront pourquoi il n'insiste pas. Il ne tient nullement à exposer devant les lecteurs la réfutation de l'école qu'il s'efforce de défendre. Rappelons aussi que lorsqu'il a besoin d'un miracle pour défendre sa thèse il ne trouve pas que c'est un « miracle inutile ».

(2) Art. de juillet, p. 154.

(3) Ibid., p. 155.

Mais reste toujours à prouver que « *l'universalité du déluge quant aux hommes est un élément inséparable d'un type reconnu comme certain par la tradition unanime et constante de l'Église.* » Le R. P. Brucker prétend qu'il suffit pour cela de citer le texte de saint Pierre et les interprétations des Pères et écrivains ecclésiastiques.

Dans quelques instants nous allons examiner ces textes. Mais dès maintenant rappelons que le texte de saint Pierre va contre l'universalité du déluge *quant aux hommes;* puisque, comme nous l'avons montré plus haut, il n'y est fait allusion qu'aux hommes vivant autour de Noé et dont celui-ci ne put vaincre l'incrédulité. D'après ce texte, *l'universalité du déluge quant aux hommes* ne serait donc pas « *l'élément principal* » du type.

Le R. P. Brucker tient à ne pas se voir enlever cet « élément principal », *sa planche de salut*. Le savant écrivain Jean d'Estienne avait dit : « Qu'il y eût ou qu'il n'y eût pas (au temps du déluge) des rameaux de l'humanité non atteints par le cataclysme, le symbolisme de l'arche relativement à l'Église n'en est pas moins frappant... » (1). Mais le R. P. Brucker répond : « Est-il bien vrai que « le symbolisme » ou, pour parler plus exactement, le *type*, la figure prophétique de l'Église, *qui doit englober toutes les nations* et *hors de laquelle personne ne pourra être sauvé*, restent, nous ne dirons pas « frappants », mais sensibles dans une arche qui ne s'ouvre qu'aux représentants d'*une seule race* et dont les autres, formant peut-être la majorité du genre humain, n'ont jamais eu nul besoin (2) ? » Ainsi, d'après le R. P. Brucker, les représentants d'*une seule race* ne sauraient être la figure de toutes les nations que doit englober l'Église. Les Pères ne sont pas si difficiles. La maison de l'hôtelière Rahab (3)

(1) Jean d'Estienne, *Le Déluge biblique et les races antédiluviennes.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, octobre 1885, p. 532. Tirage à part (Bruxelles et Rennes), p. 69.

(2) Art. de Juillet, p. 157.

(3) Voir l'histoire de la prise de Jéricho, *Josué*, VI.

est pour eux un type de l'Église, en dehors de laquelle personne ne doit être sauvé. Rahab et sa famille représentent par là même toutes les nations que l'Église doit réunir dans son sein. Et les Pères déclarent que *cette maison* est, au même titre que l'*arche*, la figure prophétique de l'*Église* (1). N'est-ce pas toujours dans la petite histoire patriarcale ou israélite que sont pris les types prophétiques du grand monde chrétien? Bientôt on citera l'exemple de l'agneau pascal. Il est un autre fait biblique non moins frappant. C'est ce serpent d'airain (2) élevé en croix, dont la vue donnait aux *seuls Israélites* le salut du corps, et qui était la figure prophétique de N. S. Jésus-Christ crucifié, dont la vue donne à *tout homme* croyant le salut éternel de l'âme (3). Ce type, qui a un grand rapport avec celui du déluge, n'exige pas que tous les hommes existants alors fussent mordus par les serpents; rien ne fait même supposer que tous les Israélites aient été frappés de cette plaie. Voir une seule race, un seul peuple figurer l'Église universelle n'est pas moins étonnant que voir un homme, quelque saint qu'il soit, figurer Jésus-Christ. C'est Salo-

(1) Voir *De Arca Noe Ecclesiæ typo* dans les *Opuscula Patrum* du P. Hurter, p. 221. Voici le texte de Fulgence : " Et pereunte Hierico, si quos domus Rahab meretricis inclusit, incolumes Jesus servare præcepit (Jos., VI, 25), reliquos vero quos illa non continebat domus, unius mortis consumpsit interitus. *In illa igitur arca et in illa domo una eademque præfigurabatur Ecclesia.* „ Le P. Hurter ajoute en note : " Non solum Fulgentius domum Rahab typum Ecclesiæ fuisse censet, sed *plures alii*, ut Cyprianus, *De unit. Eccl.*, n. 8, et *Ep. ad Magnum*, n. 4 ; Hieronymus, *Ep.* 22, n. 38 ; 52. *Ad Nepotianum* n. 3 ; auctor S. 46 inter sermones S. Ambrosio adscriptos, n. 15 ; Origenes, *Hom. in Jos.*, Evagrius monachus (Migne, 20, 1177), etc. *qui hoc typo idem illustrare solent, nimirum extra Ecclesiam non esse salutem.* „

(2) *Nombres*, XXI, 9.

(3) C'est Jésus-Christ lui-même qui a dénoncé ce *type* prophétique de sa mort devenant le salut de l'humanité (*Jean*, III, 14, 15). A ce propos S. Augustin s'exprime ainsi : " Quomodo qui intuebantur illum serpentem non peribant morsibus serpentum, sic qui intuentur fide mortem Christi sanantur a morsibus peccatorum. Sed illi sanabantur a morte ad vitam temporalem ; hic autem ait: ut habeant vitam æternam. *Hoc enim interest inter figuratam imaginem et rem ipsam : figura præstabat vitam temporalem ; res ipsa, cujus illa figura erat, præstat vitam æternam.* „ Homélie de la fête du S. Rédempteur, 23 octobre ; ou, dans les œuvres de S. Augustin, *tractatus in cap. 3 Joan.*

mon, c est Jonas. Que d'imperfections dans ces personnages! Sans doute; mais ce n'est pas en tout qu'ils prophétisent par eux-mêmes le Saint des Saints; ils n'en approchent que par un faible point de ressemblance. Le sacrifice du fils d'Abraham représente le sacrifice du Fils de Dieu, mais avec cette immense différence, entre autres, qu'Isaac n'est pas immolé.

La réplique du R. P. Brucker n'a donc pas été heureuse. Il semble s'en défier, puisqu'il se hâte de dire que « la question n'est pas là ». Grave erreur! Nous croyons bien que les exemples ci-dessus sont de nature à prouver que l'*universalité* du déluge *quant aux hommes* n'est nullement nécessaire pour former le type.

Mais arrivons au texte allégué de saint Pierre (I, III, 20, 21). Le prince des apôtres parle de ceux « *qui avaient été incrédules autrefois, lorsque la patience de Dieu attendait, aux jours de Noé, alors que se construisait cette arche dans laquelle un petit nombre, c'est-à-dire huit personnes furent sauvées par l'eau* (1), *laquelle aussi vous sauve maintenant par ce qui en est l'antitype, le baptême.* » « C'est-à-dire, dit le R. P. Brucker (2), que la manière dont Noé et sa famille ont été sauvés de la destruction est le *type* ou la figure prophétique de ce qui se passe dans la *justification,* laquelle fait entrer le chrétien dans l'*arche du salut,* qui est l'Église, mais *en passant par l'eau baptismale.* Or, comme le baptême est le moyen *nécessaire et indispensable* de la justification pour *tous les hommes,* il faut que le *sauvetage* qui en est le *type* ait été également l'*unique* moyen de salut laissé à l'*humanité* (3) au moment du déluge. »

Mais, on oublie de se le demander, à qui est adressée la lettre de saint Pierre ? Aux chrétiens du Pont,

(1) M. Motais a expliqué cette première partie, *Déluge biblique,* pp. 68-69.
(2) Art. de juillet, p. 149.
(3) Nous demanderons au R. P. Brucker quel mot du texte de saint Pierre l'autorise à employer l'expression *humanité?*

de la Galatie, de la Cappadoce, de l'Asie et de la Bithynie (1). C'est l'eau du baptême qui *maintenant* vous sauve, leur écrit-il. Ceux-ci, en effet, seront sauvés par l'eau du baptême, comme Noé et sa famille le furent par l'eau du déluge. Dans les contrées habitées par ces chrétiens, il est d'autres hommes qui ne sont pas sans avoir entendu prêcher la nouvelle foi; leur résistance à la grâce peut les faire comparer aux « incrédules » du temps de Noé. Mais, en dehors de ces régions, il existe d'autres régions immenses, peuplées par des millions et des millions d'hommes qui, à l'époque de l'apôtre, étaient bien loin d'avoir connaissance de la doctrine de Jésus-Christ. Ces hommes ne pourront donc pas être sauvés par l'*eau du baptême,* non parce qu'ils seront « incrédules », mais parce qu'ils ignoreront ce moyen de salut. Cependant beaucoup échapperont à la mort éternelle, car « l'Esprit-Saint, dit le Docteur angélique, excitera leur cœur à croire en Dieu, et à l'aimer et à se repentir de leurs péchés (2) ». De même peut-on raisonner pour le déluge. Dans l'hypothèse de M. Motais, une partie seulement de la terre habitée aurait été inondée. C'est donc uniquement aux habitants de cette contrée que se serait adressée la prédication de Noé. Cette grâce leur fut proposée: bienfait tout spécial de la part de Dieu, qui, sans les prévenir, pouvait les perdre à jamais. Il n'y eut que huit personnes à profiter de l'avertissement et à être sauvées à travers l'eau. Quant aux peuples qui habitaient les autres parties de la terre, les eaux ne les menacèrent point ; l'occasion ne leur fut donc pas donnée d'être incrédules, pas plus que de fuir un danger dont ils n'étaient point menacés.

Cette réponse ne contentera pas tout le monde. On

(1) C. I, v. 1.

(2) " Cor per Spiritum Sanctum movetur ad credendum et diligendum Deum, et pœnitendum de peccatis. „ *Saint Thomas,* quæst. LXVI, *de baptismo,* art. XI ; édit. Migne, t. IV, p. 621.

nous dira que les Pères n'ont point compris ainsi ce texte; que d'après eux le déluge est un vrai *type prophétique* qui porte sur l'*universalité* du cataclysme *quant aux hommes*.

Laissons donc à un autre la solution de ces questions délicates, laissons l'éminent et regretté auteur du *Déluge biblique* défendre lui-même sa thèse. *Defunctus adhuc loquitur*.

Dans une longue lettre, dont nous avons déjà reproduit une page — lettre adressée à un savant religieux, exégète lui-même et ancien élève du R. P. Cornély (1), l'illustre professeur d'Écriture sainte au Collège romain — M. le chanoine Motais répondait aux objections mêmes que pose actuellement le R. P. Brucker. Voici cette lettre *in extenso* (2).

« Mon Révérend Père,

« Je vous remercie de l'appréciation très favorable que vous voulez bien faire de mon *Déluge biblique*. J'aurais répondu immédiatement à votre bonne lettre si je n'avais espéré pouvoir me rendre à Rennes et y prendre tous les textes des Pères qui traitent la question, afin de répondre complètement et en détail à votre difficulté. Malheureusement je ne l'ai pu et serai obligé de vous donner une réponse plus sommaire.

(1) Le R. P. Cornély est un des auteurs du grand *Cursus scripturæ sacræ* publié en ce moment par des membres de la compagnie de Jésus, chez Lethielleux. On lui doit les trois volumes d'introduction.

(2) Il est important pour les lecteurs de savoir que cette lettre a été écrite par M. Motais, à la hâte, au milieu de ses vacances, loin de son cabinet de travail et, par conséquent, de ses livres. Le destinataire nous écrivait : « Vous verrez facilement à quelles sortes d'objections il répondait: Cette réponse m'a paru admirable de clarté, de précision et de coup d'œil ingénieux. Il me semble que la difficulté ne tient plus devant une pareille réplique. Et pourtant, de l'aveu du savant P. C.... S. J., c'était la plus forte contre cette théorie. Je vous l'envoie copiée intégralement. Vous comprenez que je tiens à conserver précieusement l'original. Vous en ferez l'usage qui vous semblera le meilleur. J'avais eu moi-même l'intention de la publier, mais je n'ai rien voulu faire sans l'aveu de l'illustre auteur. »

» Il me semble que, pour répondre pleinement à cette difficulté, il faut envisager la question sous deux faces :

» 1° *Le texte de saint Pierre;*

» 2° *Les interprètes autorisés.*

» I. — Voici les réflexions que m'a toujours inspirées le *texte de l'apôtre.* Vous remarquerez d'abord qu'il n'est pas dit un mot, ni fait une allusion, au verset 20, à l'universalité du déluge. Saint Pierre se contente de dire *par incidence* que l'*arche* ne sauva que huit personnes; et au verset 21, que l'eau diluvienne est l'*antitype* de l'eau baptismale.

» Le mot ἀντίτυπον pourrait bien n'avoir pas eu, sous la plume de saint Pierre, le sens précis que lui donne aujourd'hui notre terminologie technique; mais, puisqu'il a été pris assez généralement dans ce sens rigoureux par les Pères, laissons de côté ce point de vue.

» Nous admettons donc que le déluge fut, dans la pensée divine, une figure prophétique du baptême. Cela posé, je ne réussis pas à voir comment l'affirmation de saint Pierre préjuge, à un degré quelconque, la question de l'universalité du déluge.

» Si je ne me trompe, sa pensée précise est celle-ci : *Au déluge, les seules personnes qui, entrant dans l'arche, furent sauvées par l'eau, représentent celles qui entreront par le baptême dans l'Église et qui, seules aussi, seront sauvées, et sauvées par l'eau.*

» A bien y regarder, il y a ici, comme l'ont remarqué les Pères, deux figures et non une. L'eau diluvienne, figure de l'eau baptismale; l'arche, figure de l'Église et du baptême. Mais observons bien que l'eau joue un double rôle dans le déluge : elle perd les uns et sauve les autres. Or ici, c'est l'eau, *en tant qu'elle sauve,* qui est donnée comme antitype et non *en tant qu'elle perd.* Ce n'est donc pas son action générale qui sert à la figure; mais son action restreinte et exceptionnelle. D'où il résulte que saint Pierre dit tout simplement : De même

qu'il n'y eut de sauvés *par l'eau* dans le déluge, que les huit personnes qui entrèrent dans l'arche, de même il n'y aura maintenant de sauvés par l'eau baptismale que ceux qui entreront par elle dans l'Église. Or, dites-moi, que le déluge ait été universel ou non, n'est-il pas vrai de dire qu'il n'y eut de sauvé *par l'eau dans l'inondation* que les huit qui entrèrent dans l'arche ?

» Beaucoup d'interprètes ne remarquent pas assez que c'est *l'eau* qui est prise comme antitype, et que saint Pierre ne parle ici que du salut *par l'eau*, δι' ὕδατος. Faute de le faire, ils voient dans ce passage une affirmation générale, au lieu d'une affirmation très restreinte. L'apôtre ne dit pas, en effet, qu'il n'y eut à échapper *dans le monde* que ceux qui furent sauvés par l'arche ; il dit qu'il n'y eut à échapper *par l'eau* à l'inondation que ceux qui entrèrent dans l'*arche*. Ce qui est d'une vérité absolue, qu'elle qu'ait été l'étendue du déluge.

» Je vais plus loin, et je crois interpréter très rigoureusement le texte de saint Pierre, en disant que, si dans l'étendue du déluge certaines populations s'étaient trouvées dans des conditions de nature à les empêcher d'être atteintes par le fléau, la parole de saint Pierre serait encore d'une justesse parfaite, et la figure qu'il dénonce aurait également tout le sens qu'elle peut avoir. L'eau, sous sa plume, n'est *figurative que comme moyen de salut*, avons-nous dit ; et c'est à ce titre seul qu'elle peut représenter l'eau baptismale, n'est-il pas vrai ? Or les personnes préservées de l'inondation par des circonstances qui eussent empêché l'eau de parvenir jusqu'à elles, auraient-elles été *sauvées par l'eau?* Eh, non ! Elles auraient été *préservées de l'eau*, ce qui est tout le contraire. Leur préservation n'a donc rien à faire avec la pensée de saint Pierre et la figure qu'il révèle.

» Dans ce cas encore, il resterait admirablement vrai et juste de dire qu'il n'y eut de sauvés *par l'eau* que les hôtes de l'arche : εἰς ἣν ὀλίγαι ψυχαί διεσώθησαν δι' ὕδατος. Ce

qui est d'autant plus facile à admettre que nous savons que la surprise fut générale, et que Noé seul se prépara une embarcation.

» Aussi, quand j'étudie la parole de l'Écriture, j'admire la manière dont s'exprime saint Pierre et dont l'Esprit-Saint le garde. Il est très possible qu'il n'eût point sur l'étendue du déluge d'idées arrêtées ; et je ne vois aucune nécessité ni motif pour que Dieu lui eût fait des révélations à ce sujet. Ce qui importe, c'est qu'en tant qu'écrivain biblique il ne préjuge point en matière ignorée de lui, et ne donne point à sa phrase un tour qui jetterait les esprits dans les travers.

» Eh bien, mon révérend père, examinez sa phrase et vous verrez comme l'Esprit-Saint la lui fait écrire vague et peu décisive. Il ne dit même pas, au verset 20, qu'*il n'y eut* dans le déluge de sauvés *par* l'eau *que* les huit personnes de l'arche ; mais simplement que l'arche en sauva huit.

» En résumé, saint Pierre part d'un fait historique connu, une inondation. Dans cette inondation, il aperçoit huit personnes sauvées par l'eau, et il nous révèle que cette eau est la figure prophétique de l'eau qui aujourd'hui nous sauve : ὅ καὶ ὑμᾶς ἀντίτυπον νῦν σώζει βάπτισμα. Voilà tout. Je ne sais pas en quoi cette parole a trait à l'universalité du déluge.

» Je prévois bien l'objection qui se peut faire. Parce que l'eau baptismale est le seul moyen de *salut pour le monde entier*, par institution divine, on dira que l'eau qui, dans le déluge, sauva les huit, ne peut être *adéquatement* une figure de la première que si elle fut aussi *dans le monde entier* le seul moyen de salut.

» J'ai répondu à cette objection dans mon livre, en montrant (pp. 66, 72) qu'on fait de mauvaise exégèse lorsqu'on veut donner aux rapprochements figuratifs ou comparatifs, faits par les auteurs sacrés, une plus grande étendue que celle qu'ils leur donnent eux-mêmes. Il suffit,

vous le savez bien, qu'un événement ancien soit *sous un seul rapport* comparable à un fait évangélique pour qu'il en puisse être la figure ; comme il suffit qu'un homme soit *par un seul trait* de sa vie comparable à Jésus pour qu'il lui serve d'antitype. Quel événement ou quel personnage pourrait être figuratif dans l'Ancien Testament, s'il devait par tous les côtés ressembler au type. Avec ce système, on supprimerait tout simplement de la Bible la figure prophétique et le mysticisme. C'est massacrer l'exégèse que de donner à une figure et à une comparaison une étendue plus grande que celle que lui donne l'auteur sacré.

» Or, mon révérend père, relisez saint Pierre, et voyez s'il fait autre chose que de présenter l'eau comme *moyen de salut* dans le *déluge*, et l'eau comme *moyen de salut* dans la *rédemption,* sans même déterminer la mesure de sa nécessité.

» Supposez un moment qu'il fût avéré, explicitement proclamé par l'Écriture que le déluge fut une inondation *très* partielle, et demandez-vous quelle loi, quel motif empêcherait Dieu d'y prendre la figure d'un fait général chrétien. L'agneau pascal ne se mangeait que chez les Juifs; eux seuls avaient ordre d'y participer. En est-il moins la figure de l'Eucharistie, auquel le monde entier est appelé à participer, comme aux eaux du baptême ?

» Permettez, mon cher père, une dernière réflexion sur ce point. J'ai présenté le déluge noachique et mosaïque surtout comme la peinture du déluge patriarcal. Eh bien, c'est dans la vie, dans l'histoire *patriarcale* d'abord, dans la vie, dans l'histoire *israélite* ensuite, que sont prises toutes les figures de la vie et de l'histoire du *christianisme.* Les peuples profanes et les événements qui les affectent ne pouvaient servir de base au mysticisme scripturaire (si ce n'est dans et par leurs rapports avec le peuple choisi, le peuple figuratif), parce qu'il n'y a point de lien généalogique entre leur vie et celle de l'Église. Le

monde figuratif est donc le *monde patriarcal* et *israélite;* c'est pourquoi un événement qui affecte universellement l'un ou l'autre est une figure adéquate de ce qui doit affecter le monde racheté. Même en restant dans la rigueur, le déluge patriarcal peut et doit servir de base, comme figure prophétique, aux événements du monde chrétien tout entier; et c'est pour cela que l'arche, dans ce déluge restreint géographiquement et humainement, est la *figure parfaite* du baptême ou de l'Église dans l'univers entier. Parcourez la Bible, et vous verrez qu'*il n'y a pas d'autre monde figuratif que le monde patriarcal et israélite;* il en résulte que *les faits universels de ce monde représentent les faits universels du monde chrétien.*

» Donc, en admettant un déluge simplement patriarcal, la figure de saint Pierre est d'une rigueur parfaite. Sa pensée est celle-ci : *Dans l'Église patriarcale, l'Église figuratire, l'Église antitype, les huit personnes sauvées du déluge le furent par l'eau; ce qui nous apprend que, dans l'économie nouvelle, il n'y aura de sauvés que ceux qui le seront par l'eau. Dans le monde figuratif, il n'y eut de sauvés que ceux qui entrèrent dans l'arche; ce qui nous apprend que, dans le monde de la réalisation des figures, il n'y aura de sauvés que ceux qui entreront par l'eau dans l'Église.*

» II. — Cela posé, mon révérend père, la seconde question, celle du *consensus Patrum* me semble facile à résoudre.

» Les Pères déclarent que les eaux du déluge ont une *signification typique,* et ils s'appuient en général sur saint Pierre. Ils ont raison en cela; voilà le point *dogmatique* atteint par le *consensus.* Point de salut dans le monde actuel, sans le baptême; comme point de salut dans le monde diluvien (c'est-à-dire dans le monde inondé), sans l'arche portée sur les eaux. L'eau fut jadis le moyen providentiel, nécessaire partout où l'inondation s'avança. L'eau est maintenant le moyen nécessaire, d'institution

divine, partout où le péché originel règne. L'existence, la rigueur et la vérité du type et de l'antitype, c'est-à-dire, de l'enseignement dogmatique trouvé dans saint Pierre par les Pères, existe par là même aussi bien dans le cas d'un déluge patriarcal et restreint, que dans le cas d'un déluge universel. Ce ne peut donc être sur l'*universalité* du déluge que reposent et l'enseignement de saint Pierre et le *consensus* des Pères. D'où il suit que mon interprétation n'enlève pas une parcelle de vérité à l'un ou à l'autre, et qu'en supposant ce *consensus* revêtu de toutes les qualités exigées par la loi conciliaire pour acquérir force directive (ce qui serait à vérifier), il est absolument respecté par mon interprétation.

» Ce qui fait illusion dans cette question, c'est qu'on ne dégage pas les bases réelles de l'existence du type. A la lecture des Pères, on s'imagine que c'est l'hypothèse de l'*universalité* du déluge qui soutient le type. Il n'en est rien, puisque toute la dogmatique de la tradition et de l'apôtre demeure intacte en dehors de cette hypothèse. Les Pères, sans doute, ont mêlé à cela l'*universalité* du déluge parce qu'ils y croyaient. Mais cette croyance, inutile à la thèse qu'ils appuient sur saint Pierre, est aussi en dehors de ce qu'il y a de dogmatique dans la parole de saint Pierre, que leur interprétation de l'*omnes* est en dehors de ce qu'il y a de dogmatique dans la narration de Moïse. Vous pourriez vous en convaincre à la simple lecture des commentaires.

» Restent les paroles de l'*Ecclésiastique*, ch. XLIV, 17, 18 . . . . *(Voir le précédent paragraphe).*

» Veuillez agréer, mon révérend père, etc...

AL. MOTAIS.

» *Grand Saint-Méen (Ille-et-Vilaine), 10 août 1885.* »

Qu'opposerait-on à une solution si claire ? Des textes de

Pères? Mais nous venons de voir que les Pères n'ont pas autorité pour faire dire à saint Pierre ce qu'il ne dit pas. Le R. P. Brucker nous apporte cependant des textes choisis parmi ceux « qui peuvent se passer de commentaire ». Nous ne pouvons nous refuser à en faire l'examen; d'autant que nous sommes persuadé qu'ils vont affermir notre croyance.

Les Pères dont on apporte les témoignages sont au nombre de douze.

C'est d'abord saint *Justin* (1), interprétant un texte d'Isaie qui n'a jamais existé (2). En dehors de cela, le passage de ce Père pourrait avoir une certaine valeur si la traduction du R. P. Brucker était exacte; malheureusement le mot qu'il traduit par « *humanité* » signifie tout simplement *race* (3). Ce qui fait disparaître le type entrevu.

C'est saint *Fulgence* (4) qui a lu dans l'Épître de saint Pierre qu' « aux jours du déluge, *personne* n'a pu être sauvé hors de l'arche »; alors que le prince des apôtres a écrit : « *Dans l'arche, il n'y a eu que huit personnes à se sauver :* in qua pauci, id est octo animæ salvæ factæ sunt. » C'est saint *Cyprien* (5), saint *Ambroise* (6), saint *Augus-*

(1) *Dialog. cum Tryph.*, n. 138.

(2) Saint Justin cite Isaïe LIV, 9; il a lu ceci : " Lors du déluge, je t'ai sauvé. „ Voici d'après la Vulgate, conforme sur ce point avec les autres versions, la traduction de ce verset : " Il en sera pour moi comme au temps de Noé : je jurai que je n'amènerais plus les eaux de Noé sur la terre ; de même je jure que je ne m'irriterai plus contre toi et que je ne te maudirai plus. „

(3) Le R. P. Brucker fait dire à saint Justin que Jésus-Christ est devenu " le principe d'une autre *humanité*.... „ ; nous lisons : " le principe d'une autre *race* (γένους).... „ Sa traduction nous étonne d'autant plus que ce même mot γένος, il le traduit quelques lignes plus bas par *race* (la race des Juifs). Pourquoi ces " deux poids et deux mesures „ ? Ce n'est pas un point indifférent, Noé étant comparé à Jésus-Christ; c'est solliciter le texte à dire ce qu'on désire.

(4) *De fide ad Petrum*, cap. XXXVII. (P. L., t. LXV, col. 703.)

(5) *De unitate Ecclesiæ*, n. 6. (P. L., t. IV, col. 503.) On sait que ce Père a abusé du type du déluge : " Longius tamen progressi sunt *Cyprianus* et Firmilianus, cum hac similitudine abutentes non solum sacramenta extra Ecclesiam non prodesse, sed ne valere quidem ex ea deduxerint. „ Hurter, *De Arca Noe Ecclesiæ typo*, dans les *Opuscula Patrum*, t. III, pp. 222-223.

(6) *De Sacramentis*, l. II, c. I, n. 1. (P. L., t. XVI, col. 423.)

tin (1), saint *Jérôme* (2), saint *Isidore* (3) qui, exposant la figure prophétique, n'avancent rien d'inexplicable dans l'hypothèse d'un déluge restreint au monde patriarcal; car ils ne posent pas la destruction du genre humain tout entier comme *élément nécessaire* dans la formation du type.

C'est saint *Jean Chrysostome* (4), et l'auteur de l'opuscule *De vocatione omnium gentium* (5) qui, toujours dans l'exposé du sens typique, ne s'avancent pas plus que les Pères déjà cités, et pour qui tout est figure : Noé, l'arche, la colombe, la feuille d'olivier, les animaux.

Restent les témoignages de saint *Gaudence* (6), de saint *Paulin de Nole* (7) et de saint *Jean Damascène* (8). Dans les textes cités, ces Pères introduisent explicitement dans la formation de la figure prophétique, la destruction du genre humain. C'est évident. Mais est-ce là un *consensus* unanime de la tradition?

Veut-on savoir sur quel point la vraie tradition a établi son *consensus?* Qu'on écoute saint Thomas, « *L'Église*, écrit le Docteur angélique, *est figurée par l'arche,* comme il est dit (I *Petr.* III) ; *parce que, de même que dans l'arche un petit nombre de personnes ont été sauvées, tandis que les autres périssaient; de même dans l'Église, un petit nombre, c'est-à-dire les seuls élus, seront sauvés* » (9).

(1) *De Catechiz. rud.*, c. 19, n. 32 et c. 37, n. 53, coll. c. 26, n. 50. (P. L. t. XL.)

(2) *Epist.* XV, *ad Damas.*, n. 2. (P. L, t. XXII, col. 355.)

(3) *Allegor. ex V. T.*, n. 12 (P. L., t. LXXXIII, col. 192.)

(4) *Homil. in Lazar.* VI, édit. Gaume, t. I, pp. 958-959.

(5) Dans les *Opuscula Patrum* du P. Hurter, t. III : *De vocat. gent.*, lib. 2, cap. X, n. 24, p. 119 ; ou dans Migne (P. L.. t. LI, col. 698). L'auteur dit ceci : «.... Dum in illa mirandæ capacitatis arca, *universi generis animalium*, quantum reparationi sat erat, receptrice, congregatura ad se *omne hominum genus* Ecclesia figuratur. »

(6) *Serm.* VIII (P. L., t. XX, col. 897.)

(7) *Epist.* XII, n. 2. (P. L., t. LXI, col. 201.)

(8) *Homil. in Sabb. Sanct.*, n. 25.

(9) « Ecclesia figuratur per arcam, sicut dicitur I Petr. 3, quia, sicut in arca cæteris pereuntibus paucæ animæ salvatæ sunt, ita in Ecclesia pauci, id est, soli electi salvabuntur. » *Exposit. super 1 epist. ad Thessal. Prolog.*

Voilà le texte de saint Pierre admirablement interprété; le point dogmatique exactement indiqué. L'Ange de l'école reste dans de sages limites, il ne compromet rien. Que le déluge ait été absolument universel ou qu'il ait été restreint au monde patriarcal primitif, son interprétation sera toujours la vraie.

En résumé, le vrai *consensus* des Pères porte uniquement sur le fait d'*un déluge auquel huit personnes ont échappé dans une arche*, figure prophétique de l'Église. Voilà le seul point dogmatique. En dehors de cela, les Pères peuvent laisser percer leur opinion personnelle sur l'étendue du déluge; mais ce n'est plus l'opinion formelle des *témoins de la foi catholique* (1).

Les partisans de la non-universalité du déluge sont donc aussi bien en droit que leurs adversaires de dire : *Hors l'Arche et l'Église, point de salut !*

(La fin prochainement.)

Ch. Robert,
Prêtre de l'Oratoire de Rennes.

(1) Le R. P. Corluy, rendant compte de l'article du R. P. Brucker, émet à propos de la typologie une opinion identique à la nôtre. L'autorité du savant professeur est précieuse dans cette question délicate. (*Science catholique*, déc. 1886, p. 66.

CORRESPONDANCE

LE NOM DE LA GROTTE DE SPY.

Le Frère Alexis, des Écoles chrétiennes, nous écrivait, quelques jours après la publication de notre dernière livraison, une lettre dont nous extrayons le passage suivant :

" La 4e livraison de 1886 de la *Revue des questions scientifiques* contient (page 561) un article intéressant de M. de Nadaillac relatif aux découvertes préhistoriques de la grotte de Spy.

„ Cette grotte y est désignée, à tort selon moi, sous le nom de la *Biche-aux-Roches*. Dans d'autres revues savantes, j'ai aussi relevé pour cette même grotte les noms de *Bêche-aux-Roches*, de *Biche-aux-Koches*, et enfin de *Biche-au-Bois !*

„ Ainsi s'est déjà métamorphosé un nom qui n'a guère qu'un mois de célébrité. Qu'en adviendra-t-il dans l'avenir, et comment pourra-t-on se faire comprendre dans l'histoire, si dès le début il y a une telle divergence de désignation pour un même objet ?

„ Pensant qu'il est toujours préférable de désigner les choses par leur nom, je propose une rectification.

„ La localité de Spy, commune de 3000 habitants, près de Namur, se trouve dans mon pays natal. Je l'ai même habitée, étant écolier, pendant trois ans, et plus d'une fois avec les

camarades je suis allé jouer dans cette grotte devenue tout à coup une célébrité scientifique. De plus, je l'ai revue au mois d'août dernier.

„ Or, le nom qu'on lui donnait autrefois et qu'on lui donne encore aujourd'hui dans le pays se dit en patois wallon: *Betche-aux-Roches*, ce qui se traduit littéralement par *Bec-aux-Roches*, et ce nom a sa raison d'être.

„ En effet, l'entrée de la caverne, ouverte à mi-hauteur dans un talus escarpé, est caractérisée et signalée au loin par un énorme rocher troué, simulant une sorte de bec d'aigle très crochu. C'est donc la grotte de Bec-aux-Roches ou de *Bec-au-Roc* qu'il faut dire pour être d'accord avec l'appellation locale. D'un " bec, „ chose significative, faire une " bêche „ ou une " biche „ et d'une pointe de rocher une " biche au bois „, l'écart est trop fantaisiste pour qu'il soit indifférent de le signaler aux auteurs que la chose intéresse. „

Paris, 25 octobre 1886.

F. Alexis M. G.

BIBLIOGRAPHIE

I

Géologie de Jersey, par le P. Ch. Noury, S. J. 1 vol. de 177 pages avec carte en couleurs. Paris, Savy ; et Jersey, Le Feuvre. 1886.

Chaque année de nombreux touristes partent de Saint-Malo, de Granville ou des côtes anglaises, pour aller visiter l'île de Jersey, et tous reviennent en vantant les charmes de ce jardin anglais, dit l'*émeraude de l'Angleterre,* l'agrément de ses promenades, la douceur de son climat, la bonne humeur de ses habitants. Mais il est rare qu'on y aille chercher un sujet d'études, et seuls, les archéologues et les jurisconsultes ont jusqu'ici trouvé quelque intérêt à cet échantillon toujours vivant du passé où, à la faveur de circonstances particulières, les vieilles coutumes ont pu se conserver sans altération.

Il s'en faut de beaucoup cependant que l'île de Jersey doive demeurer indifférente aux savants. Ce massif de quelques lieues de tour, complètement entouré par la mer, a fait autrefois partie du Cotentin. Au début de l'ère chrétienne, il n'était, à marée basse, séparé de la terre ferme que par un filet d'eau, et c'est peu à peu que la mer, poursuivant son œuvre de destruction, en a complété l'isolement. D'autre part, bien que reliée géologiquement au Cotentin, l'île de Jersey en diffère beaucoup par la

nature de ses roches. Les porphyres, si peu représentés dans la presqu'île de la Manche, y sont abondants et offrent des variétés tout à fait exceptionnelles. Pourtant, presque personne ne s'en est occupé. La carte géologique de France, publiée en 1840, donne une idée tout à fait inexacte de la structure de l'île. Si, en 1851, un savant ingénieur des mines français, M. Transon, a publié une bonne description géologique et une carte de Jersey, il a encore laissé beaucoup à faire à ses successeurs, et les quelques notes subséquentes de savants anglais, tels que MM. Ansted, Birds et Davies, n'ont pas ajouté grand' chose à nos connaissances.

Il était réservé à un jésuite français, le R. P. Ch. Noury, de combler cette lacune. Nommé professeur à la maison Saint-Louis, à Saint-Hélier, le P. Noury ne tarda pas à s'intéresser aux diverses variétés de roches qu'il rencontrait dans ses promenades. Il en envoya quelques échantillons à Paris, d'où on lui fit connaître le grand intérêt que présentaient certains types et l'avantage qu'il y aurait à en préciser les relations. De là est sorti le travail que nous signalons aux lecteurs de la *Revue*, c'est-à-dire une description géologique complète de Jersey, avec une carte très exacte, à l'échelle d'environ un cent-millième, où douze terrains différents, dont six d'origine éruptive, ont été distingués. De ce nombre sont le granite à amphibole, à structure porphyroïde, qui forme la partie occidentale de l'île; la granulite, qui traverse ce granite en grands filons, les porphyres pétrosiliceux, abondants vers l'extrémité nord-est, et cette magnifique pyroméride, à globules capables d'acquérir par places un diamètre de trente centimètres, qui assure à Jersey la palme parmi tous les gisements de cette variété globulaire de porphyre. Ajoutons que la pyroméride est subordonnée à un tuf, où l'on voit tous les passages possibles, depuis la roche éruptive franche jusqu'à un terrain de conglomérat nettement sédimentaire; enfin, qu'en divers points se présentent des veines minces, les unes de diabase, les autres de porphyrite micacée, dont l'auteur a donné, dans le cours de son livre, d'excellents diagrammes.

Le R.P. Noury ne s'est pas borné à une sèche exposition scientifique de la géologie de l'île. Il a voulu que son livre pût servir de guide à des touristes, et intéresser les Jersiais à la structure du pays qu'ils habitent. De là des détails, inutiles sans doute aux géologues de profession, mais présentés avec une clarté qui doit rendre l'ouvrage intelligible à tous. En outre, l'action quotidienne de la mer y est étudiée avec soin, et cette partie du livre reporte le lecteur à l'état ancien de l'île, en même temps qu'elle fait pré-

voir le destin qui l'attend après un certain nombre de générations.

La *Géologie de Jersey* est donc un livre excellent et utile. C'est de plus un charmant volume, d'une belle impression, d'un format commode, d'une lecture agrémentée par de bonnes illustrations. En voyant cette publication, on se prendrait presque de reconnaissance pour les mesures odieuses qui, en obligeant des religieux français à aller chercher un refuge dans une île anglaise, ont valu à un père jésuite l'honneur de mettre dans tout leur jour les mérites géologiques d'un pays jusqu'alors tant soit peu négligé par ceux qui le possèdent depuis tantôt huit siècles.

A. DE LAPPARENT.

II

STABILITÉ DES CONSTRUCTIONS. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX, par A. FLAMANT, ingénieur en chef, professeur à l'École centrale des arts et manufactures et à l'École des ponts et chaussées; 1 vol. in-8° de 632 pages, 1886 (1).

Le titre de cet ouvrage résume les deux grands problèmes qu'ont à traiter les ingénieurs dans la préparation de leurs projets.

Les constructions qu'ils édifient doivent être *stables* et *résistantes : stables,* c'est-à-dire que leurs diverses parties doivent être en équilibre sous l'action des forces qui leur sont appliquées, forces qui naissent de leurs réactions respectives et de la pesanteur; *résistantes,* c'est-à-dire que les efforts auxquels elles sont soumises ne doivent pas être de nature à amener de modification permanente dans les matériaux qui les constituent.

Si les corps que nous trouvons dans la nature (pierre, bois, fer, etc.), pour les mettre en œuvre dans nos constructions, n'étaient susceptibles ni de s'écraser, ni de s'arracher, ni de se rompre, la seconde des conditions qui viennent d'être énoncées serait sans signification; mais il est loin d'en être ainsi. Quant à

(1) *Encyclopédie des travaux publics,* fondée par M. Lechalas, inspecteur général des ponts et chaussées; Paris, Baudry et Cie, libraires-éditeurs, rue des Saints-Pères, 15; même maison à Liège.

la première, il faudrait, pour qu'on la négligeât, que la pesanteur n'existât point.

Il est des cas où les conditions de résistance se trouvent remplies lorsque celles de stabilité le sont, ce qui fait que parfois les deux problèmes se confondent. Pour cette raison certains auteurs font marcher les deux études parallèlement. M. Flamant ne procède pas ainsi; dans son livre la distinction est nettement tranchée et donne lieu à deux parties principales. Avant de traiter ces deux sujets capitaux, l'auteur expose quelques notions préliminaires touchant les centres de gravité, les moments d'inertie et la répartition des efforts sur une surface plane. Cette dernière question introduit dans la théorie une hypothèse sans laquelle les problèmes considérés resteraient analytiquement indéterminés. Cette hypothèse connue sous le nom de *loi du trapèze* revient à substituer, sur une petite étendue, à la surface inconnue qui représente réellement la loi de répartition des efforts, son plan tangent en un point déterminé. L'expérience a démontré que l'approximation ainsi obtenue était très suffisante pour les cas que présente la pratique.

Abordant ensuite le problème général de la stabilité des constructions, M. Flamant commence par examiner quelles sont les conditions générales de la stabilité des maçonneries, puis il prend le cas d'un massif de maçonnerie isolé soustrait à toute action autre que celle de la pesanteur, cas qui ne présente par lui-même qu'un intérêt purement théorique, mais qui sert d'introduction aux exemples qu'offre la pratique. Ceux-ci sont nombreux et importants (tours de phares, clochers, cheminées d'usine, etc.). La question vaut donc la peine d'être traitée avec les détails que lui consacre l'auteur. Celui-ci commence par étudier l'action du vent sur de tels massifs. On sait combien est parfois puissante cette action, capable, en certains cas, de renverser un train de chemin de fer (accident de l'étang de Leucate). Quoiqu'on ait, tout exceptionnellement, constaté une pression de 455 kil. par mètre carré, on peut se considérer comme à l'abri de toute fâcheuse éventualité en comptant sur une pression maxima de 300 kil. par mètre carré. En général même il suffira de réduire ce chiffre à 150 kil. M. Flamant étudie la façon dont varie l'effort exercé par le vent avec l'inclinaison du parement sur lequel il vient frapper, ainsi qu'avec la hauteur; il donne la règle à appliquer dans la pratique et fait une comparaison des tours rondes et des tours carrées. Les premières — est-il besoin de le dire? — sont dans de meilleures conditions pour résister à

l'action du vent, mais leur avantage est, somme toute, assez faible. L'auteur trouve, en effet, que, toutes choses égales d'ailleurs, la stabilité du massif circulaire est à celle du massif carré, dans le rapport de 9 à 8.

M. Flamant donne aussi quelques renseignements sommaires sur les murs de réservoir et sur les culées de ponts suspendus.

Un des problèmes capitaux de stabilité, celui de la poussée des terres qui permet de déterminer les conditions de stabilité des murs de soutènement, est traité par l'auteur avec d'assez grands détails. Avant d'aborder l'étude de la théorie analytique moderne, M. Flamant fait l'historique des anciennes théories passant successivement en revue les travaux de Coulomb, de Prony, de Français, de Poncelet, etc. Il développe ensuite la théorie rationnelle qui a pris son origine dans les travaux de Rankine et de M. Maurice Lévy, et qui a reçu de notables perfectionnements de la part de M. Boussinesq. Enfin, il fait connaître les règles pratiques à suivre pour la construction des murs de soutènement.

Un autre problème de stabilité non moins important que le précédent est celui des voûtes en maçonnerie, à propos duquel l'auteur développe les classiques méthodes de Méry et de M. Alfred Durand-Claye.

Enfin, la première partie se termine par l'étude des systèmes articulés pour laquelle l'auteur fait usage des principes de la statique graphique. C'est en effet là un des cas où l'emploi de ces principes se présente le plus naturellement.

La deuxième partie, avons-nous dit, est consacrée à la résistance des matériaux.

M. Flamant commence par exposer les principes relatifs à l'extension et à la compression simple, en indiquant les importantes recherches de M. Considère sur la résistance des métaux, et celles de M. Wœhler, dont les résultats ont été énoncés sous forme de lois qui portent aujourd'hui le nom de ce savant, lois qui ont sensiblement modifié le mode de calcul adopté jusqu'à ce jour pour les pièces métalliques.

L'auteur fait l'application immédiate des principes précédents à l'étude de la déformation des systèmes articulés, ainsi qu'à celle des enveloppes et supports cylindriques et sphériques.

M. Flamant expose ensuite les principes relatifs au glissement et à la torsion, auxquels il rattache les phénomènes de l'écoulement des solides, spécialement étudiés par M. Tresca.

Puis il développe une étude générale de la flexion qui le con-

duit à comparer les formes des sections transversales, de façon à justifier les dispositions adoptées dans la pratique. Il examine aussi le cas où la limite d'élasticité est dépassée, cas que les ouvrages parus jusqu'à ce jour semblent avoir laissé de côté, et qui a pourtant de l'intérêt lorsqu'il s'agit de constructions temporaires telles qu'échafaudages, cintres, ponts de service, dans lesquelles on ne recherche pas l'invariabilité absolue de la forme.

M. Flamant applique successivement les résultats obtenus dans l'étude générale aux cas suivants : poutres posées sur deux appuis simples; poutres encastrées; poutres reposant sur plusieurs appuis. A propos de ce dernier problème, dont la solution a passé par bien des transformations successives, avant d'arriver au degré de simplicité qu'on lui connaît aujourd'hui, l'auteur ne se contente pas d'exposer la classique méthode de Clapeyron; il fait connaître aussi celle, toute récente et fort ingénieuse, de M. Maurice Lévy (1), qui permet de calculer directement le moment fléchissant sur un appui quelconque sans qu'il soit besoin de calculer les autres.

Ayant ainsi fait voir comment s'opère la détermination analytique des moments fléchissants dans les exemples usuels, l'auteur considère qu'il ne peut complètement passer sous silence la détermination graphique de ces moments, bien que ce sujet doive être amplement traité dans la *Statique graphique* que M. Rouché, l'éminent examinateur de l'École polytechnique et professeur au Conservatoire des arts et métiers, est en train de préparer pour l'Encyclopédie. Il consacre donc un chapitre à ce sujet important.

La détermination des moments fléchissants, opérée par l'une ou l'autre des méthodes qui viennent d'être indiquées, est faite en vue du calcul des dimensions transversales des pièces fléchies, calcul dont M. Flamant indique la marche pour tous les cas qui intéressent la pratique.

En dehors des efforts agissant normalement à l'axe d'une pièce prismatique donnée — ce qui est de beaucoup le cas le plus fréquent — il y a lieu de considérer aussi les efforts longitudinaux et les efforts obliques, pour la flexion qu'ils produisent dans la pièce. L'auteur examine donc également ces deux cas en détail. Il étudie enfin, d'après M. Collignon, la similitude des

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1er mars 1886, p. 470.

poutres au point de vue de la résistance à la flexion, théorie qui permet, lorsque l'on connaît les conditions de résistance d'une poutre soumise à des efforts donnés, de déterminer immédiatement les conditions de résistance d'une autre poutre soumise aux mêmes efforts.

M. Flamant se contente de traiter sur un cas simple — le cas général présentant à la fois de grosses difficultés théoriques (1) et peu d'applications pratiques — le problème des poutres armées. Il s'étend, au contraire, en détail, sur le problème des poutres arc-boutées, qui sert d'introduction à la théorie des arcs.

Celle-ci fait l'objet du chapitre suivant. Ayant établi les formules générales de la flexion des arcs, l'auteur, remarquant, que le problème se réduit à la détermination des réactions des appuis, détermination impossible à faire rigoureusement la plupart du temps, indique divers cas où on peut cependant l'effectuer, et donne, pour les autres, les formules approximatives dont l'expérience a démontré la légitimité. Il s'étend assez longuement sur la théorie des arcs encastrés, rectifiant une légère inadvertance qui a échappé à M. J. Résal dans son beau traité de *Ponts métalliques* dont il va être rendu compte plus loin, et indique, à titre de complément, la méthode graphique de Culmann pour l'étude de la flexion des arcs.

Dans toutes les questions traitées jusqu'à cet endroit, les pièces fléchies sont supposées avoir des dimensions transversales suffisamment petites par rapport à leur longueur pour pouvoir être assimilées à des lignes. Si l'on suppose maintenant une seule dimension très petite relativement aux deux autres considérées comme de même ordre, on est amené à étudier la flexion, non plus des lignes, mais des surfaces, sujet difficile qui rentre dans le cadre de la théorie générale de l'élasticité. Il existe pourtant quelques cas qui ont été traités directement par certains auteurs. M. Flamant en donne trois exemples :

C'est, en premier lieu, le problème des plaques circulaires, qui a été très heureusement résolu, d'une manière largement approximative, par M. Brune, ancien élève de l'École polytechnique, professeur à l'École des Beaux-Arts; en second lieu, le problème des plaques rectangulaires, traité par M. Flamant, au moyen des équations générales de l'élasticité; enfin, le problème des portes d'écluses dont la solution excessivement remarquable est

(1) Clebsch, *Théorie de l'élasticité des corps solides*, § 91.

due à Lavoinne (1), ingénieur éminent dont la science théorique était à la hauteur de la compétence pratique.

M. Flamant expose ensuite la théorie des ressorts de suspension de voitures, d'après M. Phillips qui en est l'auteur. Il détermine la variation du rayon de courbure, la flèche en supposant le ressort formé de feuilles circulaires, l'allongement maximum, etc.

Pour terminer, l'auteur examine quel est l'effet produit sur les pièces d'une construction, par un effort accidentel, comme un choc ou le passage d'une charge roulante.

Tel est, en substance, l'ouvrage dont M. Flamant vient d'enrichir l'*Encyclopédie des travaux publics*. On a pu se convaincre, par la simple lecture du sommaire rapide qui précède, que ce livre se distingue, par son plan général et par le développement donné à certaines théories, des traités déjà connus sur la matière. Ajoutons qu'il ne laisse rien à désirer sous le rapport de la précision et de la clarté.

MAURICE D'OCAGNE,
ingénieur des ponts et chaussées.

III

PONTS MÉTALLIQUES, par JEAN RÉSAL, ingenieur des ponts et chaussées; 1 vol. in-8° de XI—528 pages, 1885 (2).

Quelque complet que soit un traité de résistance des matériaux, il ne saurait entrer dans le détail de tous les problèmes que soulève la science des constructions. Nous ajouterons qu'il ne le doit pas. Il en résulterait, en effet, pour lui, des développements au milieu desquels le lecteur aurait mille peines à discerner les questions de principe des applications. Est-ce à dire qu'un tel traité doive complètement laisser de côté les applications? Assurément non. La théorie, sans exemple, ne saurait se graver dans l'esprit. Mais les exemples, qui servent à en mettre la véritable portée en pleine lumière, doivent être simples,

(1) C'est Lavoinne qui est l'auteur de l'ouvrage intitulé *la Seine maritime et son estuaire*, dont nous rendions compte ici tout dernièrement (Juillet 1886).

(2) *Encyclopédie des travaux publics*.

autant que possible. Les applications compliquées — et celles-ci, il faut bien le dire, naissent à chaque pas dans la science des constructions — doivent faire l'objet d'ouvrages spéciaux, qui supposent connus les principes enseignés dans les traités généraux et s'efforcent d'épuiser dans ses moindres détails la question particulière qu'ils ont en vue.

C'est à un pareil besoin que répond le traité de *ponts métalliques* que M. l'ingénieur J. Résal, fils de l'éminent académicien et professeur de mécanique à l'École polytechnique, a rédigé pour l'*Encyclopédie des travaux publics*.

Nul, mieux que M. J. Résal, n'était à même de traiter un pareil sujet. Cet ingénieur très distingué, joint, en effet, à une science étendue, une connaissance approfondie des choses de la pratique. Il est l'auteur de nombreux ouvrages métalliques dont plusieurs, fort importants, tels que le pont de la ligne de raccordement sur la Loire à Nantes et le pont de Barbin sur l'Erdre, sont, à juste titre, considérés comme des modèles.

Nous ne saurions, en commençant, mieux faire ressortir l'importance de ce livre qu'en empruntant à l'auteur quelques-unes des idées qu'il émet dans l'Introduction très remarquable et très développée dont il le fait précéder.

M. J. Résal fait voir, avec une abondance de preuves tout à fait frappante, que l'expansion des ponts métalliques a été une conséquence nécessaire, fatale, inéluctable du développement des chemins de fer. La construction d'un pont en maçonnerie est soumise à un ensemble de règles imprescriptibles qui ne sont pas toujours — qui sont même rarement — conciliables avec les nombreuses sujétions inhérentes à l'établissement d'une voie ferrée. Ainsi, l'ouverture et la hauteur d'un pont en maçonnerie ne sauraient franchir certaines limites que la pratique a assignées; ses fondations doivent être absolument inébranlables; suivant qu'il est placé au milieu d'une plaine, ou au fond d'une gorge, on est généralement obligé, en raison des autres exigences de sa construction, de l'aborder au moyen de rampes ou de pentes assez prononcées; l'énorme poids des matériaux nécessaires à son édification rend indispensable la proximité du chantier et du lieu d'extraction; son tracé ne doit, autant que possible, être que rectiligne; s'il est placé en biais, sa construction devient, comme on sait, extrêmement délicate, exige des épures compliquées et ne saurait être confiée qu'à des ouvriers spéciaux, etc., etc.

Une route, dont le tracé est généralement, pour ainsi dire,

malléable à merci entre les mains de l'ingénieur, peut, à de rares exceptions près, être soumise à ces exigences multiples. Il n'en va pas de même pour un chemin de fer dont le tracé, tant dans le sens vertical que dans le sens horizontal, doit obéir à des règles assez étroites; les inflexions trop brusques, non plus que les inclinaisons trop rapides, n'y sauraient être admises. On peut, à la rigueur, dans le cas d'une route, lorsque les difficultés semblent trop nombreuses, se contenter d'un bac. Une telle solution ne conviendrait pas à un chemin de fer.

Ces considérations rapides et abrégées suffiront sans doute à faire pressentir tout l'intérêt qu'a pris la question des ouvrages métalliques, en raison du développement des chemins de fer.

Nécessité, on peut bien le dire, est mère de l'industrie. Les ingénieurs, placés dans l'obligation absolue de recourir au métal pour leurs grandes constructions, n'ont pas tardé à découvrir les meilleurs modes d'emploi de ce *matériau* — c'est le terme technique — et cette branche spéciale de l'art du constructeur a fait, dans la seconde moitié de ce siècle, des progrès considérables.

Ce fut d'abord à la fonte qu'on eut recours, mais on ne tarda point, dans la plupart des cas, à en abandonner l'emploi pour celui du fer, infiniment plus maniable et plus commode. Dans ces dernières années l'acier, dont des perfectionnements importants de fabrication ont considérablement réduit le prix, a fait aussi son apparition sur les chantiers; mais on en est encore un peu, pour ce dernier métal, à la période d'essai.

La construction d'un pont métallique est, parmi les opérations qui incombent aux ingénieurs, une de celles où le calcul a la part plus large et la plus importante. Comme le remarque en effet M. J. Résal, " au fur et à mesure que la science de la résistance des matériaux s'est développée, on a fait une application de plus en plus fréquente de ses formules au calcul des ouvrages en métal, et cette substitution d'une méthode exacte et sûre aux règles empiriques suivies dans le début a permis d'accroître la stabilité des ouvrages tout en réduisant le poids du métal. On admet aujourd'hui que, pour obtenir le maximum de sécurité avec le minimum de dépense, il convient de faire le calcul exact de toutes les pièces qui entrent dans la composition des ponts métalliques... „

C'est donc un traité de *calcul des ponts métalliques* que nous offre M. J. Résal; il renvoie le lecteur aux traités de construction pour les détails de l'exécution tels, par exemple, que le choix des modes d'assemblage.

« Nous nous sommes, dit l'auteur, proposé d'étudier successivement tous les types de ponts classés suivant un ordre logique, en donnant pour chacun une méthode de calcul aussi complète que possible basée sur des formules ramenées à une forme commode, de façon à supprimer le travail préliminaire, quelquefois pénible et compliqué, que les ingénieurs doivent faire pour adapter à chaque cas particulier les méthodes et les équations générales qui leur sont fournies par les traités de *résistance des matériaux* et les entraînent souvent sans utilité à des calculs longs et fastidieux. »

M. Résal admet, pour les ouvrages métalliques, la classification suivante :

Poutres droites à travées indépendantes,
Ponts suspendus,
Ponts en arc,
Bow-strings,
Poutres droites à travées solidaires,
Ponts-grues,
Piles métalliques.

Seules les trois premières catégories out trouvé place dans l'ouvrage actuel. Les occupations professionnelles, très absorbantes, de l'auteur ne lui ont pas permis jusqu'ici d'aller plus loin. Espérons qu'il lui sera donné, dans un avenir prochain, de compléter son œuvre. Le vœu que nous exprimons ici est celui de tous les ingénieurs, que la publication d'un tel ouvrage intéresse au plus haut point, en raison de son incontestable utilité.

Avant d'aborder l'étude des divers types de ponts mentionnés plus haut, M. Résal fait un rappel des notions générales de résistance des matériaux dont il aura à faire usage. Il se contente d'énoncer les principes et de transcrire les formules sans donner les démonstrations qui se trouvent dans les traités généraux, comme celui de M. Flamant, dont nous venons de parler. Les deux premiers chapitres sont consacrés à cet objet.

Dans le premier, l'auteur, après avoir rappelé que dans le calcul des pièces prismatiques, on réduit toutes les forces entrant en jeu à deux forces (tension ou compression longitudinale et effort tranchant) et à deux couples (moment fléchissant et moment de torsion), indique la façon dont la connaissance de ces éléments conduit à la détermination des dimensions à donner aux pièces d'un ouvrage. La question se trouvant ainsi résolue une fois pour toutes, l'auteur n'aura plus à y revenir dans le cours de son livre; il lui suffira de donner le calcul des quatre

éléments qui viennent d'être mentionnés; le lecteur, en se reportant au chapitre Ier, en déduira les dimensions à donner aux pièces de l'ouvrage considéré.

Le second chapitre est intitulé : *Renseignements pratiques. Formules usuelles.* L'auteur y donne d'abord la manière de déterminer les forces extérieures qui interviennent dans l'étude de la résistance d'un pont : charge permanente (poids propre) évaluée approximativement, soit au moyen de formules empiriques, soit par comparaison avec un ouvrage analogue existant; charge accidentelle, ou plutôt sa limite supérieure, la surcharge d'épreuve; effets du vent; effets de la température. L'auteur rappelle ensuite, à cause de l'application continuelle qu'il aura à en faire, les formules relatives aux poutres droites à âme pleine. Enfin, il indique la façon dont se calculent les pièces accessoires qui se rencontrent dans tous les types de ponts : boulons, chevilles, supports cylindriques, supports sphériques, rivets et couvre-joints.

Après ces généralités, M. Résal entame l'étude des différentes classes qu'il envisage parmi les ponts métalliques.

Ce sont, en premier lieu, les *poutres à travées indépendantes,* pour lesquelles on peut considérer deux grandes catégories comportant de nombreuses variétés : les *poutres articulées* (système américain) et les *poutres à assemblages rigides* (système européen).

Les poutres américaines sont caractérisées par ce fait que les pièces n'y travaillent qu'à l'extension ou à la compression, et point à la flexion. L'auteur en fait d'abord la théorie générale, puis il examine en détail les différentes variétés qu'elles présentent : poutres simples (Warren, Howe, Pratt); poutres composées (Warren double ou quadruple, Howe double, Pratt double ou Linville, Post, Bollmann); poutres complexes (Warren, Pratt ou Pettit, Howe, Fink). Pour les poutres à assemblages rigides, l'auteur envisage successivement trois types : poutres à âme pleine, poutres à treillis, poutres à montants et croix de Saint-André.

M. Résal complète ces divers renseignements par une étude spéciale de la déformation et du contreventement des poutres droites, étude qui n'a pas encore été présentée avec de tels développements et dont l'importance est considérable, et par un savant examen comparatif des différents systèmes de poutres droites, examen où se révèle d'une façon éclatante le haut mérite de M. Résal en tant que praticien.

L'auteur aborde ensuite l'étude des *ponts suspendus*. On a pu croire, à un certain moment, que ce genre d'ouvrage allait à jamais être abandonné. Plusieurs graves accidents avaient fait naître contre lui des préventions très sérieuses. Pourtant on commence à revenir de ce jugement sans doute trop sévère. M. Résal partage avec un certain nombre d'ingénieurs l'opinion que les mécomptes que l'on a éprouvés tenaient à certains défauts de conception et d'exécution de ce genre d'ouvrage. Aujourd'hui que la science du constructeur a progressé, de tels mécomptes ne seraient plus à craindre. Les Américains ont, d'ailleurs, largement contribué à nous faire revenir de nos anciennes appréhensions à cet égard.

Les ponts suspendus se classent en deux grandes catégories : les ponts suspendus flexibles et les ponts suspendus rigides.

Pour les ponts suspendus flexibles, l'auteur fait le calcul et détermine la déformation des câbles principaux; il fait le calcul des câbles de retenue et d'ancrage; il signale les inconvénients de la flexibilité et indique les moyens propres à l'atténuer (poutres auxiliaires, haubans); enfin il traite la question du contreventement tant horizontal que vertical, d'une importance capitale pour les ponts suspendus.

Les inconvénients indéniables de la trop grande flexibilité des ponts suspendus ordinaires ont fait naître, en Amérique, le pont suspendu rigide, dont la seule analogie avec les premiers est qu'il exerce aussi un effort de traction sur les culées. Dans un tel pont, le câble flexible des anciens ponts est remplacé par deux poutres rigides articulées entre elles au milieu de la portée, chacune d'elles l'étant avec une des culées.

M. Résal étudie avec soin trois types de ponts suspendus rigides: le pont à câble parabolique et entraits rectilignes; le pont à câble et entraits paraboliques; le pont à câble parabolique et longeron horizontal. Les formules répondant à ces divers cas sont résumées dans des tableaux très clairs, très faciles à consulter.

Ici encore l'auteur fait une étude détaillée du contreventement et de la déformation. Il s'étend également sur la question de la détermination du poids propre des ponts suspendus.

Le reste du volume (soit plus de 200 pages) est consacré aux ponts en arc. Ce chapitre à lui seul est un traité fort complet et fort important appelé à rendre aux ingénieurs les plus éminents services.

M. Résal distingue trois grandes catégories de ponts en arc :

1° les ponts articulés aux deux points d'appui et au milieu de l'ouverture ; 2° les ponts articulés aux deux points d'appui seulement; 3° les ponts encastrés sur leurs points d'appui.

Nous n'entrerons pas dans le détail de la théorie développée au sujet de ces divers types de ponts et de leurs variétés par M. Résal. Cela nous entraînerait à des explications par trop techniques pour la plupart des lecteurs de cette revue. Mais nous tenons à dire que le mode d'exposition de M. Résal ne nous semble absolument rien laisser à désirer sous le rapport de l'ordre, de la clarté, de la précision et du fini. Jamais les ingénieurs n'ont eu sous la main d'ouvrage plus achevé à tous les points de vue; jamais ils n'ont eu de guide à la fois plus sûr et plus facile à suivre.

A titre d'observation générale, nous signalerons trois points auxquels l'auteur s'est particulièrement attaché dans l'étude des différents systèmes de ponts, et qui n'avaient jamais été de la part d'aucun auteur l'objet d'un examen aussi savant et aussi approfondi. Nous voulons parler de la déformation, du contreventement et du poids.

L'observation très judicieuse de M. Résal au sujet de l'importance que présente l'étude de la déformation vaut la peine qu'on s'y arrête un instant. Un pont, à moins d'avoir été construit en dépit du simple bon sens, résistera toujours, quelque défectueux qu'il soit, à la surcharge d'épreuve qui n'est qu'une petite partie de la charge de rupture. Cette simple constatation ne donne donc aucune indication utile sur la façon dont se comporte, dont résiste le pont. On ne saurait obtenir de renseignement ayant une valeur réelle que par la comparaison de la déformation effectivement subie par le pont sous la surcharge d'épreuve avec la déformation théorique.

Pour se rendre compte également de l'importance de l'étude du contreventement, il suffit de remarquer que l'action des vents violents sur les ouvrages de grande portée est comparable à celle de la surcharge.

Enfin, la détermination du poids a un intérêt capital, d'abord parce qu'elle sert de base aux calculs de résistance, ensuite parce qu'elle permet de fixer la valeur économique d'un type donné.

En outre d'une science très étendue et d'une méthode très sûre, M. Résal fait preuve, dans ce bel ouvrage, d'une merveilleuse netteté d'esprit, d'une claire intuition des besoins vrais de la pratique. On sent bien que ce livre n'est pas seulement l'œuvre

d'un maître en théorie, mais aussi d'un ingénieur rompu aux exigences de son art; on sent que l'auteur ne perd jamais de vue le but qu'il s'est proposé, à savoir l'application pratique, et qu'il va droit à ce but sans se laisser distraire par les satisfactions que peut donner à l'esprit, mais à l'esprit seul, la théorie prise en elle-même. Ce caractère très net fait incontestablement du livre de M. Résal un des exemples les plus frappants de l'utilité *pratique* des mathématiques, que certaines personnes considèrent, à grand tort, comme un luxe dont on pourrait à la rigueur se passer dans les problèmes que soulève l'industrie.

MAURICE D'OCAGNE.

IV

LES INTÉGRAPHES. *La courbe intégrale et ses applications. Étude sur un nouveau système d'intégrateurs mécaniques*, par Br. ABDANK-ABAKANOWICZ; 1 vol. in-8° de x-156 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

L'intégration est une opération qui se présente constamment dans les sciences appliquées, pour certaines déterminations d'aires, de centres de gravité, de moments d'inertie, de travaux mécaniques, etc. Or elle doit, la plupart du temps, être effectuée sur des fonctions dont la nature analytique est inconnue, ou trop complexe pour que l'on puisse faire usage des règles ordinaires du calcul intégral. La difficulté qui naît de cette circonstance est très heureusement tournée par la méthode graphique, dont l'importance n'éclate nulle part ailleurs d'une façon plus évidente. Si, en effet, à la représentation analytique de la fonction sur laquelle on opère, on substitue sa représentation géométrique qui est parfois la donnée même de la question, ou qui peut être aisément obtenue, on sait, dans tous les cas usuels, ramener la question à résoudre à une simple évaluation d'aire. Or les méthodes de quadrature approchée ne font pas défaut, mais elles exigent des opérations laborieuses, susceptibles d'erreurs, et dont il y a grand intérêt à s'affranchir. De la l'idée qui a donné naissance aux intégrateurs : obtenir mécaniquement, sans aucune opération mentale, le résultat de l'intégration.

Les intégrateurs les plus connus, ceux d'Amsler et de Marcel Deprez sont venus répondre à ce desideratum de la façon la plus heureuse. Nous n'avons plus à faire l'éloge de ces ingénieux instruments fort répandus aujourd'hui. Ces intégrateurs rendent d'éminents services; mais ils ne répondent pas absolument à tous les besoins de la pratique. Ce ne sont, en effet, que des *totalisateurs ;* ils fournissent le nombre qui représente le résultat final de l'intégration, sans plus; en un mot, ils permettent de calculer des *intégrales définies ;* dans beaucoup de cas, et de fort importants, cela suffit; mais non pas toujours. On a parfois besoin de connaître les *variations* de l'intégrale répondant à une fonction donnée. Ces variations sont données par la courbe qui a reçu le nom de *courbe intégrale,* dont la définition et les propriétés sont bien connues (1).

On sait graphiquement construire des polygones, soit inscrits, soit circonscrits à cette courbe, et on peut suffisamment multiplier les côtés de ces polygones pour qu'ils puissent, avec une approximation convenable, être substitués à la courbe intégrale même. Mais, en somme, cette opération n'est pas des plus simples, et, pour faire un usage véritablement courant de la courbe intégrale, on conçoit qu'il faille avoir le moyen de tracer mécaniquement la courbe intégrale d'une courbe donnée sur un dessin.

Ce sont des appareils destinés à effectuer cette opération qui ont été imaginés par M. Abdank-Abakanowicz, et auxquels il a donné le nom d'*intégraphes.*

Le problème cinématique à résoudre pour la construction de ces appareils peut s'énoncer ainsi : *En supposant qu'un point mobile parcoure une courbe tracée sur un plan, faire en sorte qu'un second point, ayant constamment même abscisse que le premier, décrive à chaque instant un élément infiniment petit parallèle à une droite passant par le premier point et coupant l'axe des x à une distance constante du pied de l'ordonnée commune aux deux points mobiles.*

On voit que cet énoncé comporte trois conditions distinctes (2).

La première et la troisième sont bien simples à réaliser : il

(1) Voir la *Statique graphique* de Favaro, traduite et augmentée par Terrier, t. II : *Calcul graphique,* p. 367.

(2) L'auteur du livre que nous analysons, en énonçant ces trois conditions, a fait une omission importante dans la condition (*b*). Il y manque les mots : "*.... et être constante* „. Il est vrai que le reste du texte ne permet pas au lecteur le moindre doute à cet égard.

suffit de concevoir un chariot glissant le long de l'axe des x et portant une règle perpendiculaire à cet axe. Les points mobiles seront guidés par une glissière pratiquée dans cette règle. En outre, le premier point sera muni d'une règle astreinte à glisser dans une douille ou entre deux galets fixés au chariot mobile.

Le point délicat était la réalisation de la seconde condition. M. Abdank-Abakanowicz y a satisfait de la façon la plus heureuse à notre avis, en faisant appel à une propriété curieuse de la roulette.

Que l'on conçoive une roulette, d'une épaisseur très petite par rapport à son diamètre, dont l'axe, horizontal, soit supporté par un étrier, et qui soit suffisamment appuyée sur un plan. Le plan de la roulette étant vertical, si l'on applique à l'étrier qui la supporte un effort horizontal oblique par rapport au plan de la roulette, cet effort pourra se décomposer en un effort normal au plan de la roulette qui — s'il reste inférieur à une certaine limite — sera détruit par le frottement transversal de la roulette, et en un effort situé dans le plan de cette roulette, et qui déterminera le mouvement de celle-ci. On peut donc dire, en somme, que — au-dessous d'une certaine limite assignée par l'expérience — la roulette, quelle que soit la direction, dans un plan horizontal, de l'effort qu'on lui applique, ne se déplace que dans son plan.

Il suffira donc, pour l'objet qui nous occupe, de placer au second plan mobile une roulette astreinte à avoir son plan constamment parallèle à la règle liée, de la façon que nous avons dite, au premier point mobile, pour que cette roulette trace la courbe intégrale de la courbe décrite par ce premier point.

Le problème se trouve ainsi complètement résolu, en principe. Quant au dispositif destiné à en réaliser pratiquement la solution, il pourra être varié de mille manières différentes : le mouvement du chariot le long de l'axe des x, et le mouvement des points mobiles dans le sens perpendiculaire à cet axe, pourront être remplacés par des mouvements égaux et de sens contraire de la planche à dessin ; à celle-ci même, on pourra substituer un cylindre tournant autour d'un axe horizontal, mobile ou non dans le sens de cet axe, etc.

L'auteur décrit en détail les différents types qu'il a successivement imaginés, en partant des remarques précédentes.

L'organe le plus intéressant, dans ces divers mécanismes, est celui qui sert à assurer, dans un plan invariable, le parallélisme de deux axes dont la distance mutuelle, dans tous les sens, et

l'orientation dans leur plan commun changent à chaque instant. Le dispositif qui se présente le plus naturellement à l'esprit consiste à réunir ces deux axes par deux parallélogrammes articulés ayant un côté commun parallèle à ces deux axes. C'est là, au fond, l'idée qui a été appliquée par M. Boys, professeur à l'École royale des mines de Londres, dans l'intégraphe très simple que ce savant a imaginé et que notre auteur décrit, en déclarant que, au moment de cette découverte, ses propres travaux étaient inconnus à M. Boys.

M. Abdank-Abakanowicz indique les divers dispositifs qu'il a lui-même adoptés (parallélogramme à glissières, roues d'angle, etc.) pour opérer cette transformation. Il a été aidé, dans le choix des meilleures dispositions à donner à ses appareils, par M. Napoli, l'habile chef du laboratoire du chemin de fer de l'Est.

Nous nous contenterons de cette rapide indication, renvoyant pour le détail à la brochure très claire de M. Abdank-Abakanowicz.

L'auteur, après avoir exposé en détail le résultat de ses recherches, décrit quelques appareils imaginés pour le même but, tels que l'intégraphe de Zmurko, l'intégrateur de M. Mestre, les planimètres de Wettli-Starke et d'Amsler, l'intégrateur du professeur James Thomson.

A la suite de cette étude des appareils destinés à tracer la courbe intégrale, l'auteur s'étend, avec assez de détail, sur les principales applications qui peuvent en être effectuées : problèmes planimétriques; tracé de quelques courbes (parabole, exponentielle); résolution des équations numériques, car la courbe représentative d'un polynôme du degré m est la $(m-1)^{ème}$ courbe intégrale d'une droite; intégration de certaines équations différentielles; détermination des moments, des centres de gravité, des moments d'inertie; problème du mouvement des terres (détermination de la ligne de compensation); problèmes de résistance des matériaux (détermination des efforts tranchants et des moments fléchissants dans les poutres, tracé de la courbe élastique, tracé des courbes de pression pour la recherche de la stabilité des voûtes); problèmes de construction navale (étude géométrique des carènes de navires, résistance de la coque, etc...); étude des systèmes en mouvement avec application à la balistique; applications électriques, etc.

On peut se rendre compte, par ce rapide sommaire, de l'importance et de la variété des usages auxquels se prêtent les intégraphes.

Dans un appendice, l'auteur indique l'application au tracé de quelques courbes de la propriété de la roulette qui sert de base à ses appareils ; il présente aussi une étude détaillée du dynamomètre d'inertie de M. Desdouits, qui a rendu de grands services pour l'étude des efforts moteurs et résistants développés dans la traction des trains de chemins de fer ; enfin, il expose les recherches de Coriolis sur le tracé mécanique de certaines courbes au moyen d'un fil tendu, enroulé autour d'un cylindre et adhérant par frottement à sa surface.

En somme, le livre de M. Abdank-Abakanowicz nous a paru fort intéressant, et nous en recommandons bien vivement la lecture aux ingénieurs.

MAURICE D'OCAGNE.

V

EMMANUEL COSQUIN. — CONTES POPULAIRES DE LORRAINE, comparés avec les contes des autres provinces de France et des pays étrangers, et précédés d'un Essai sur l'origine et la propagation des contes populaires européens. — 2 vol. in 8° de LXVII, 290 et 376 pages. — Paris, Vieweg.

Le livre de M. Emm. Cosquin n'est pas, comme on pourrait le supposer, un simple recueil de contes populaires destinés à l'amusement des gens du peuple ou des enfants petits et grands. Nous avons ici un ouvrage d'une réelle valeur scientifique, et c'est à ce titre que nous croyons devoir le signaler aux lecteurs de la *Revue*.

« Cette collection de récits populaires, nous dit l'auteur dans son *avant-propos*, présente ce caractère particulier que pour les former on n'a puisé que dans la tradition orale d'un seul village. » Les cent contes et variantes dont elle se compose ont été récueillis dans la commune de Montiers-sur-Saulx, chef-lieu de canton du département de la Meuse. Après les avoir rassemblés avec autant de précision que de patience, M. Cosquin les a reproduits sans aucun apprêt littéraire, avec une parfaite simplicité, tels qu'ils circulent encore de bouche en bouche parmi les paysans de l'ancienne Lorraine. Cette absolue sincérité nous semble un mérite essentiel dans ce genre d'études;

nous sommes assurés de trouver ici, non le travail plus ou moins factice, le produit de l'imagination de quelque littérateur, — et c'est assez souvent le cas pour les anciens recueils de contes, —mais le récit véritablement traditionnel et populaire.

Ce qui fait surtout le prix de cette collection, c'est le commentaire perpétuel qui l'accompagne. Chacun de ces contes lorrains est suivi de notes et de remarques dans lesquelles M. Cosquin le compare aux contes analogues qui ont cours chez tous les autres peuples, se trouvent éparpillés dans une foule d'ouvrages anciens et modernes, et constituent ce qu'on appelle la littérature du *folk-lore*. Cette littérature est considérable aujourd'hui et, pour la posséder comme M. Cosquin la possède, il a fallu d'immenses recherches, des aptitudes spéciales, et une persevérance à toute épreuve. Pour se faire une idée de ce travail d'érudition, il suffit de jeter un coup d'œil sur l'index bibliographique inséré à la fin du second volume. M. Cosquin a dû compulser, étudier, analyser des milliers de contes populaires publiés dans tous les pays, écrits dans toutes les langues. On n'est pas peu étonné quand on voit chacun des contes lorrains rapproché, dans l'ensemble comme dans les détails, de centaines de contes orientaux, européens, américains, et cela avec une aisance parfaite et une méthode rigoureusement scientifique.

M. Cosquin avait déjà publié sa collection de contes lorrains, avec les remarques et les commentaires, dans une savante revue philologique, la *Romania* (1876 à 1881), et les spécialistes l'avaient vivement engagé à donner au public une seconde édition de son ouvrage ; c'est cette nouvelle édition que l'auteur nous présente aujourd'hui, et l'on peut croire qu'elle est définitive, tant elle a été revue avec soin et notablement augmentée.

En tête de son livre l'auteur a placé une courte et substantielle introduction ; il nous y expose ses idées sur *l'origine et la propagation des contes européens;* il avait déjà donné une première esquisse de ce travail dans le *Correspondant* du 25 juin 1873. Après douze ans d'études nouvelles et approfondies, il a été à même de la compléter et de la perfectionner. A la suite de cette introduction viennent deux dissertations : l'une, parue d'abord dans la *Revue des questions historiques* (octobre 1880) compare la vie des saints Barlaam et Josaphat à la légende du Bouddha ; l'autre, publiée dans le même recueil (octobre 1887) étudie le vieux conte égyptien des Deux Frères. Ces deux belles études sont comme des applications spéciales et des preuves démonstratives de la théorie adoptée par l'auteur sur l'origine des contes européens.

On sait que, depuis un siècle, toute une école de savants, entraînée par les rapides et incontestables progrès de la linguistique et de l'ethnographie comparées, s'est ingéniée à trouver dans les contes populaires de l'Asie et de l'Europe, les anciens mythes, les idées religieuses de l'humanité primitive, ou tout au moins les premières croyances de la race aryenne, à laquelle appartiennent la plupart des nations de l'Europe. M. Cosquin ne partage aucunement sous ce rapport les théories des frères Guillaume et Jacques Grimm, qui pensent que nos " contes populaires sont les derniers échos des mythes antiques „ ; il repousse également les systèmes de MM. Max Müller, de Hahn et de leurs nombreux élèves qui font remonter " les éléments des contes de fées jusqu'à la période qui précéda la dispersion de la race aryenne „. Il démontre en peu de pages que ces systèmes sont pleins d'hypothèses inadmissibles, d'obscurités profondes, de contradictions palpables et d'impossibilités manifestes ; il n'a pas de peine à établir que, pour découvrir les mythes primitifs dans nos contes européens, il faut dénaturer les uns et les autres, les altérer, les torturer de toutes les manières ; il nous prouve ensuite que ces contes se retrouvent très souvent, et cela avec des ressemblances de détails secondaires et bizarres, chez des peuples très divers d'origine et qui n'appartiennent à aucun titre à la race aryenne, chez les Tartares, les Sémites, les Égyptiens, etc. D'ailleurs, les frères Grimm et leurs premiers adhérents faisaient reposer leurs théories sur des données très incomplètes. Les plus récentes découvertes de la science ont permis d'établir une synthèse beaucoup plus générale, en tenant compte des traditions populaires d'une foule de nations non aryennes. Après avoir ainsi réfuté la théorie qui veut voir partout les mythes de l'humanité primitive ou, du moins, ceux des anciens peuples indo-européens, M. Cosquin réfute en passant un système analogue qui s'est produit tout dernièrement. Un écrivain anglais, M. A. Lang, a supposé fort gratuitement que les premiers ancêtres de toutes les races humaines ont vécu longtemps à l'état sauvage ; l'examen très superficiel de quelques traditions trouvées chez certaines tribus l'a porté à croire que nos contes populaires ne sont pas autre chose que l'incarnation d'idées communes à ces sauvages, qui auraient été les ancêtres primitifs des différentes races qui peuplent l'univers. M. Cosquin montre facilement que tout ici n'est qu'hypothèse et pure affirmation sans l'ombre d'une preuve.

Mais il ne suffit pas seulement de renverser les fausses théo-

ries, il faut encore donner la véritable explication ou, du moins, la plus probable de la première origine de nos contes populaires.

D'après M. Cosquin, qui adopte en général les idées émises par les savants allemands Théodore Benfey et Reinhold Koehler, la question de l'origine des contes est avant tout une question de fait : il faudra donc scrupuleusement, complètement analyser tous les faits quelconques qui se rapportent plus ou moins au *folk-lore;* il faudra prendre successivement chaque type de contes, il faudra le suivre d'âge en âge, de peuple en peuple et voir où nous conduit ce voyage de découvertes. Or ce travail d'investigation complète et de patiente analyse est en voie de se faire, il est même bien près d'aboutir. En cheminant ainsi méthodiquement de proche en proche, par plusieurs routes, et en partant de points divers, on est presque toujours arrivé au même centre, à l'Inde asiatique : non pas à l'Inde des temps fabuleux, mais à l'Inde historique, à l'Inde qui nous est parfaitement connue. C'est à cette source que remontent indubitablement les contes populaires écrits déjà depuis plusieurs siècles dans les livres arabes, persans, tartares, chinois, etc. C'est à cette même source que l'on peut attribuer la plupart des contes populaires recueillis au moyen âge et dans les temps actuels chez presque tous les peuples de l'Europe. Au surplus, un examen attentif et minutieux démontre qu'un très grand nombre de nos récits merveilleux et populaires renferment une foule d'idées fondamentales, une foule de détails de tout point conformes aux idées, aux traditions, aux mœurs et aux usages de l'Inde brahmanique ou bouddhique ; telles sont, par exemple, la métempsycose, la polygamie, la manière de considérer certains animaux. Enfin, pour une multitude de contes, on peut suivre historiquement et pas à pas les différentes étapes du voyage qu'ils ont dû faire pour arriver jusqu'à nous. On parvient également à démontrer par des procédés analogues qu'un bon nombre des légendes mythologiques de l'Hellade, de l'Italie, de la Germanie, qui nous ont été transmises par les poètes et les écrivains de ces contrées, ne sont que des récits merveilleux empruntés aux mêmes sources que nos contes populaires.

Quant à la manière dont ces contes se sont répandus partout aux époques peu littéraires et peu civilisées, tout indique qu'elle s'est produite autrefois comme aujourd'hui et plus encore qu'aujourd'hui par la transmission orale, par la circulation des voyageurs, des marchands, des soldats, des ouvriers, par les pérégrinations de conteurs de profession, comme les ménestrels,

les baladins, les orateurs de foires, etc. etc. M. Cosquin peut donc conclure à bon droit que la voie orale explique sans difficulté et sans avoir besoin de recourir à des hypothèses plus ingénieuses que fondées, la diffusion, l'émigration successive des contes dans toutes les parties du monde, surtout parmi les classes inférieures des sociétés.

Après s'être ainsi placé sur le terrain solide des faits historiques, faciles à contrôler, M. Cosquin fait très aisément ressortir l'absurdité et le ridicule de ces thèses prétendues savantes qui s'efforcent de nous montrer, dans les naïfs récits des veillées populaires, de petits " drames cosmiques „ ayant pour acteurs le soleil, l'aurore, les nuages, la nuit, l'hiver, l'ouragan, et qui vont même jusqu'à trouver dans *La laitière et le pot au lait*, ou dans la fable du *Renard et du Corbeau*, des mythes solaires et lunaires, dans lesquels nous voyons l'aurore rire, danser, célébrer ses noces avec le soleil, et la lune tomber devant l'aurore matinale comme le renard fait tomber le fromage du bec du corbeau.

C'est ainsi que M. Cosquin fait justice de ces théories hasardées et prétentieuses qui ne peuvent que jeter le discrédit sur la science des origines; c'est ainsi qu'il réduit la question des contes populaires à ses justes proportions. Si elle ne peut plus s'appeler du nom ambitieux de mythographie, elle n'en reste pas moins une science très intéressante et très utile à l'histoire générale, à l'ethnographie, etc. Poursuivie méthodiquement, elle peut donner des résultats très importants pour l'étude comparée des races, des langues et des littératures. M. Cosquin n'aura pas peu contribué à lui assigner son véritable but et son vrai rôle. Telles sont, en résumé, les idées principales qu'il développe dans l'introduction ; pour les mieux faire connaître, nous nous sommes servi le plus souvent de ses propres expressions.

Nous ne pouvons, on le comprend, examiner ici chacun des cent contes lorrains publiés par M. Cosquin ; encore moins pouvons-nous analyser en détail les savantes remarques dont il fait suivre chacun de ces récits populaires ; ce genre de commentaires n'est guère susceptible d'analyse. Les contes lorrains y sont rapprochés de milliers de contes semblables ; l'auteur nous fait comme toucher du doigt leurs origines et leurs migrations, les transformations et les modifications qu'ils ont subies d'après le génie, les mœurs, les caractères des peuples divers qui leur ont donné l'hospitalité. Avec les deux appendices, sur la légende de Barlaam et Josaphat et les deux Frères égyptiens, ces lumi-

neux commentaires prouvent surabondamment, dans leur ensemble, l'opinion que l'auteur a cru devoir embrasser sur l'origine des contes européens. La vaste et sûre érudition de M. Cosquin, son jugement exquis, la clarté de ses déductions, la sobriété de ses conclusions, tout cela donne à son livre une grande et légitime autorité. Même les savants qui n'admettront pas toutes les idées de l'auteur ne pourront s'empêcher de voir dans les *Contes lorrains* un des ouvrages les plus complets, les plus solides sur la matière.

Ce qui rehausse encore les nombreux mérites de ce livre, c'est, au contraire de tant d'auteurs médiocres qui ne savent assez faire ressortir la valeur de leurs soi-disant découvertes, c'est l'absence de toute prétention, de toute exagération. Que de lectures, que de recherches, que de travaux préliminaires, que de textes sévèrement contrôlés, il a fallu accumuler pour arriver au résultat où est parvenu M. Cosquin. Il n'en fait aucun étalage; on n'y trouve pas la moindre affectation dans l'énumération de tant de sources, dans la citation de tant d'ouvrages. Malgré l'immense savoir de l'auteur, tout est clair, net, simple, parfaitement digéré, facile à saisir et à comprendre. Tout se déroule naturellement, sans effort et sans fatigue. On sent que l'auteur est absolument maître de son sujet, et la manière dont il dispose et développe ses arguments fait que les preuves parlent suffisamment d'elles-mêmes. Si nous ne nous trompons, cette sobriété, cette clarté et cette modestie sont la marque du vrai talent et de la véritable science.

V. B.

VI

La France coloniale : *Algérie, Tunisie, Congo....* et les autres colonies françaises considérées au point de vue historique, géographique, ethnographique et commercial, par A. M. G. (Frère Alexis-Marie Gochet), membre des Sociétés de géographie de Bruxelles et de Paris, etc. Grand in-8°, de 370 pages, orné de nombreuses gravures et de cartes. — Tours, Mame et fils, éditeurs, 1886.

La question coloniale est toute d'actualité, et le livre qui nous

occupe arrive en son temps. Plusieurs nations sont prises en vérité de la fièvre des annexions coloniales, et la France notamment y cherche, dirait-on, le remède au malaise social qui la trouble et à l'impuissance où elle est de s'étendre en Europe.

L'Allemagne fait de même, sans doute pour une autre cause : elle a une remarquable exubérance de population qui s'expatrie aux États-Unis, à la Plata et ailleurs, au milieu de pays qui ne sont pas allemands.

Le prince de Bismarck, en homme d'État qui voit l'avenir, s'est dit qu'il était préférable de diriger ce flot de peuple germanique vers des contrées sans maître, pour y fonder des colonies qui fussent allemandes, ethnographiquement et politiquement parlant.

Dans l'exécution de ce projet, il devait se trouver en présence d'une puissance, l'Angleterre, dont le pavillon couvrait non seulement toutes les côtes fertiles et colonisables de l'Afrique et de l'Océanie, mais qui pouvait prétendre à la possession d'une foule de points sur lesquels les nationaux anglais trafiquaient en maîtres, sans que leur gouvernement eût pris la précaution de se les annexer officiellement.

Pour faire échec à l'Angleterre et lui arracher des lambeaux de possessions douteuses, l'Allemagne seule était trop faible, c'est pourquoi elle sentit le besoin de s'unir dans ce but à la France, qui avait les mêmes visées. Cet accord tacite explique la facilité avec laquelle la France a pu en quelques années s'emparer d'importants pays, nonobstant la résistance anglaise, mais sans exciter aucune réclamation de la part du gouvernement allemand, qui y a cependant aussi intérêt. Pendant ce temps, l'Allemagne faisait reculer les Anglais à Angra-Pequena, au Cameron, à Zanzibar, dans la Nouvelle-Guinée et ailleurs.

L'Angleterre, préoccupée par les graves embarras qui lui étaient suscités par le Mahdi en Afrique, et par les Russes en Asie, a dû céder ses droits de premier occupant dans beaucoup de lieux, dont l'Allemagne a fait ses colonies et dont l'étendue nous étonne déjà. Celle-ci n'avait rien il y a quatre ans, et aujourd'hui elle possède officiellement un territoire, peu peuplé il est vrai, mais d'une surface de plus de 2 000 000 kilomètres carrés, soit 4 fois celle de la métropole, avec la perspective d'une augmentation certaine dans l'avenir.

Quant à la France, l'auteur de l'ouvrage que nous analysons nous dit qu'elle n'est pas restée en arrière dans cette *chasse aux colonies*, et que même elle en a pris l'initiative en 1881 par l'an-

nexion de la Tunisie ; en même temps, elle a su profiter d'heureuses circonstances pour s'annexer en Afrique, outre la Tunisie, le haut Sénégal, le haut Niger, le Congo occidental, et préparer la soumission de Madagascar ; en Asie, elle a conquis le Tonkin et l'Annam, qui, ajoutés à la Cochinchine et au Cambodge, lui présagent un établissement du premier ordre, avantageusement situé aux portes de l'immense empire chinois.

" En somme, c'est la France qui a le plus grandement étendu son domaine colonial dans ces derniers temps. Alors que, il y a six ans, ses possessions se chiffraient par une population de 5 à 6 millions d'habitants sur un territoire de 1 000 000 de kilomètres carrés, aujourd'hui elle peut prétendre dominer, si elle le veut sérieusement, sur 30 000 000 d'âmes, occupant un territoire cinq ou six fois plus étendu que la métropole. "

Si telle est l'importance politique et commerciale des colonies françaises, ajoute l'auteur, " il est du devoir de chaque citoyen français, quel que soit son âge et sa position sociale, d'en avoir une notion exacte, raisonnée, réfléchie, basée sur une étude sérieuse. Un dédain trop absolu, une ignorance trop accusée serait tout aussi coupable qu'une forfanterie exagérée, qu'un enthousiasme trompeur et imprudent. En pareille matière, il faut juger sainement des choses, et pour bien juger, il faut connaître. "

Après cette introduction, le F. Alexis examine ce qu'il faut entendre par colonies, et il en distingue de plusieurs sortes :

1° *Les simples comptoirs de commerce*, loges ou factoreries, qui sont établis plus ou moins temporairement, sur les côtes d'Afrique par exemple, pour faciliter les échanges avec les indigènes.

Les colonies de commerce servent aussi à exploiter des pays riches et peuplés, mais elles ne sont profitables qu'aux nations dont la marine atteint une certaine supériorité. La prospérité de ces établissements dépend de leur situation et non de leur étendue.

2° *Les colonies dites à cultures,* ayant pour objet les plantations de denrées qui exigent le climat tropical : coton, café, épices ; elles demandent de puissants capitaux, et sont exploitées par des colons européens dirigeant le travail des indigènes ou des races propres au climat chaud : telles sont les Antilles, Bourbon, l'Inde, la Cochinchine, le Tonkin.

3° *Les possessions proprement dites,* ou *les colonies de peuplement*, qui sont de vastes territoires acquis pour des raisons poli-

tiques autant que commerciales. Situées sous un climat supportable pour notre race, elles sont susceptibles d'être peuplées de colons européens, tout en conservant plus ou moins leurs races indigènes : Algérie, Australie, Canada.

Mais quels sont les avantages des colonies? C'est de développer le commerce, la marine, l'influence politique de la métropole. Elles lui procurent des matières premières pour l'industrie, telles que le coton, la soie, les métaux, ainsi que les denrées coloniales que l'Europe ne cultive pas, comme le café, les épices. Les colonies reçoivent en retour de la métropole les produits manufacturés: des tissus, des armes, des machines; elles réagissent ainsi sur l'industrie même de la mère patrie en lui donnant du travail et des bénéfices, par suite un accroissement de la richesse publique.

Les colonies profitent à la marine marchande nationale, en utilisant ses navires, et à la flotte de guerre en lui donnant des points de ravitaillement de munitions et de charbon, des chantiers de construction et de réparation, qui lui permettent de stationner dans les mers lointaines, d'y combattre l'ennemi, sans être obligée de rentrer intempestivement dans les ports nationaux.

" La colonisation est la forme expansive d'un peuple, dit M. Leroy-Beaulieu, c'est sa puissance de reproduction; c'est sa dilatation et sa multiplication à travers les espaces; c'est la soumission de l'univers ou d'une vaste partie à sa langue, à ses mœurs, à ses idées et à ses lois. „ Il ajoute un mot d'une incontestable vérité : " Le peuple qui colonise le plus est le premier peuple; s'il ne l'est pas aujourd'hui, il le sera demain. „

" La colonisation est pour la France une question de vie ou de mort, continue-t-il; ou la France deviendra une grande puissance africaine, ou elle ne sera, dans un siècle ou deux, qu'une puissance européenne secondaire; elle comptera alors dans le monde à peu près comme la Grèce compte en Europe. „

Ce qui a manqué jusqu'ici à la France, c'est l'esprit de suite dans sa politique coloniale. La colonisation a été reléguée au second plan dans la conscience nationale.

Malheureusement, une chose plus importante encore manque à la France pour coloniser : ce sont les colons.

On sait avec quelle lenteur désespérante s'accroît la population de la France, où beaucoup de départements se dépeuplent même. Au dehors, la race française n'est vraiment prospère qu'au Canada, où elle compte plus de 1 million de descendants,

magnifique résultat, dû surtout à la conservation de la foi et à la simplicité de mœurs des premiers colons, aussi bien qu'au régime de liberté dont ils ont joui sous la domination anglaise. En réunissant tous les représentants de race française à l'étranger, on arrive à un total de deux millions ou deux millions et demi d'individus, ce qui est bien peu dans la masse des 80 millions de descendants de races européennes, peuplant l'Amérique, ou dispersés dans les quatre parties du monde, et parmi lesquels domine le sang anglais, germain, espagnol et portugais.

L'auteur passe ensuite en revue l'histoire de la colonisation française depuis les temps gaulois jusqu'à nos jours.

La France a plus d'une fois fait des conquêtes au dehors de son territoire actuel ; mais, comme le faisait déjà remarquer M. d'Omalius d'Halloy dans son ouvrage sur les races humaines, elles lui ont généralement échappé, sans doute à cause de ses trop nombreuses aventures guerrières en Europe.

Après la chute de Napoléon, il ne lui restait rien, et il a fallu tout recommencer. Quelques lambeaux lui ont été rendus en 1815 par l'Angleterre; puis, en 1830, les circonstances ont provoqué la conquête de l'Algérie. Napoléon III a commencé celle de l'Indochine française, que la République a eu la chance d'achever, en s'emparant en outre de pays importants, tels que la Tunisie, le Congo, Madagascar, etc.

En somme, la France est maintenant bien pourvue de colonies excellentes et peut se passer d'en chercher encore. L'avenir nous dira le parti qu'elle saura en tirer, il nous dira si cette expansion ne lui apportera pas plus d'embarras que de profit.

Après ces considérations générales, l'ouvrage du frère Alexis ouvre un chapitre particulier pour chaque colonie. Il en fait d'abord l'historique, en notant les circonstances qui en ont amené la première occupation et le développement. La description géographique est ensuite traitée, puis le côté économique et commercial est passé en revue ; de nombreuses notes descriptives extraites de divers écrivains donnent à cette exposition un aspect varié, pittoresque et agréable et rendent la lecture de l'ouvrage plus intéressant.

Il faut signaler aussi les cartes géographiques et les nombreuses gravures dont les pages sont enrichies, et l'excellente exécution typographique dont M. Mame a voulu favoriser l'œuvre de notre auteur. Un livre gagne beaucoup a être bien imprimé.

Rappelons en terminant que le frère Alexis n'est pas pour

nous un inconnu. Il est membre de notre Société scientifique, et plusieurs fois ses nombreux ouvrages de géographie scolaire ont été mentionnés dans cette revue bibliographique.

X.

VII

Les Aztèques, histoire, mœurs, coutumes, par Lucien Biart. Paris, Hennuyer 1885.

La *Bibliothèque ethnographique ou Histoire générale des races humaines,* publiée à Paris avec la collaboration de MM. de Quatrefages et Hamy, doit comprendre plus d'un ouvrage sur les peuples du nouveau monde. M. Biart lui-même compte leur consacrer de nombreuses monographies. Sans attendre qu'il y complète son tableau ethnographique, il convient de signaler dès aujourd'hui son intéressante esquisse de la tribu des Aztèques.

Sur cette race étrange, qui a fourni à tant d'écrivains un thème inépuisable, la science est très loin d'avoir dit son dernier mot. Il reste à déchiffrer maints hiéroglyphes et à explorer plus de monuments que l'on ne pense. La question des origines surtout est toute hérissée de problèmes ardus. Mais les consciencieuses recherches commencées dès le XVIe siècle par les missionnaires, et poursuivies maintenant avec ardeur, au Mexique comme en Europe, ont réuni assez d'informations pour qu'il soit possible de reconstituer en partie, dans ses grandes lignes, ce mystérieux Anahuac. M. Biart s'y est essayé. Dans un livre substantiel, agréable, orné de bonnes gravures, il a groupé les traits saillants, épars jusqu'ici dans des ouvrages sans nombre. Il s'en est tenu principalement à Clavigero, tout en consultant les autres sources de l'érudition américaine. *Les Aztèques* sont un résumé judicieux, quelquefois pourtant trop fidèle, des travaux antérieurs. Ceux-ci auraient dû passer plus souvent au crible. En y puisant de confiance, on s'exposait à répéter des erreurs.

Il y aurait donc lieu à des réserves, et sur le fond du livre, et sur quelques expressions écrites, pensons-nous, sans intention

désobligeante pour les croyances chrétiennes, mais en tout cas malheureuses.

L'Aztèque contemporain.

Les pages où l'auteur nous a le plus charmé par son exactitude et son talent d'exposition sont celles où il nous présente l'Aztèque moderne. Coutumes, traditions, remèdes populaires, préjugés, y figurent avec des détails qu'un long séjour au milieu des indigènes et une observation patiente ont seuls pu révéler.

Ici encore pourtant un Mexicain trouverait à chicaner sur quelques descriptions superficielles ou inexactes, sur des usages trop généralisés. Il n'eût pas été inutile non plus de signaler certains faits, assez caractéristiques, et, par exemple, cette extraordinaire longévité des Indiens consacrée par le proverbe : *Cuando el Indio canece, el Español no parece ;* puis encore l'incroyable force de leurs jarrets (1). Même dans des districts sillonnés de *caminos reales* ou de voies ferrées, nous les voyons, le corps fortement incliné en avant, conservant toujours le petit trot, transporter à dix lieues et plus de pesants fardeaux. Il semble même qu'ils cheminent moins à l'aise sans le filet chargé ou la cage à claire-voie. La corde qui retient celle-ci, le *mecapal*, leur passe sur le front et fait supporter à la tête une bonne partie du poids, à peu près comme chez les huit cents porteurs d'eau de la capitale, et exactement comme chez les anciens Aztèques de plusieurs provinces (2). Cette coutume ne rendrait-elle pas compte de la déformation que présentent quelques crânes ? L'aplatissement, fréquent et intentionnel chez d'autres peuples de race nahuatl, ne l'était pas chez les Aztèques, du moins aux derniers temps de leur empire.

A mentionner encore leur ambition de posséder un peu de terre et d'agrandir sournoisement leurs propriétés. C'est souvent le but de leurs intrigues et de leurs coalitions contre les blancs (3). On nous cite telle localité où, de génération en

(1) On sait que beaucoup d'Indiens du Michoacan visitent fréquemment le *Santo Cristo de Esquipulas,* bien avant dans le Guatemala. Ils font ainsi à pied, à l'aller et au retour, un millier de lieues par des chemins difficiles.

(2) Cet usage semble originaire du sud, à en juger par d'antiques figurines mayas conservées à Mérida et ailleurs. Voyez aussi Mendieta, *Historia eccl. indiana,* lib. II, c. xx, p. 112.

(3) Pimentel, *Memoria sobre las causas que han originado la situacion actual de la raza indígena,* p. 205.

génération depuis près d'un siècle, chaque habitant donne un *tlaco* (1) tous les dimanches, pour les frais d'un procès toujours renouvelé : il s'agit de disputer à un créole un petit champ, que les Indiens prétendent avoir été donné à leur village par les rois d'Espagne.

Au point de vue des études ethnographiques, il est utile de constater chez les Aztèques actuels la persistance des antiques coutumes. Citons, entre mille autres détails : leur système de labourage et de culture ; leurs procédés pour trouver dans les végétaux des couleurs vives et des mordants ; la manière de travailler l'*itztli* ou obsidienne, justement comme faisaient leurs ancêtres (2) ; cet art admirable de reproduire toutes sortes d'objets et de graver finement la calebasse (3) ; les secrets qu'ils se transmettent de père en fils sur des gisements aurifères ; la vénération dont jouissent les descendants des caciques ; les règles très précises de savoir-vivre qu'ils observent entre eux. Rien n'est curieux comme de voir deux Indiens déguenillés, s'aborder le chapeau bas, se baiser l'un à l'autre leurs mains calleuses et noires, puis, dans leur langue si harmonieuse et si expressive, réciter tous les deux en même temps les nombreuses salutations que prescrit leur antique code de politesse.

Les danses de caractère subsistent sur quelques points, et dans les récitatifs qui les accompagnent parfois, se retrouvent des débris de traditions primitives (4). De temps en temps l'on y voit reparaître les masques, les manteaux de plume, le *huehuetl* et le *teponaztli* aux sons lugubres. Les danses religieuses sont plus fréquentes que ne le dit M. Biart, et nous savons avec quelle peine le clergé les bannit de l'église. Il est vrai que les danseurs alors sont graves et réservés : souvent tout se réduit à marquer le pas en mesure.

Quelques-uns de ces traits ont été signalés chez d'autres races

(1) Sept ou huit centimes de la monnaie française.

(2) Cfr. Mendieta, *Historia eccl. indiana*, édition *G. Icazbalceta*, l. IV, c. XII, p. 406.

(3) La joaillerie, si florissante autrefois, a disparu, mais en laissant bien des traces. M. Biart se trompe, quand il dit qu'on ne trouverait au nouveau monde aucun spécimen de cet art merveilleux (*Aztèques*, p. 243). Il existe, en assez bon nombre, des anneaux en filigrane et d'autres bijoux du travail le plus fin.

(4) Cfr. *Archives de la Commission scientifique du Mexique*, tom. I, p. 136. Si nous ne nous trompons, plusieurs de ces danses ont une origine maya, et peut-être asiatique. La peinture 76 du codex Borgiano paraît la reproduction d'une danse orientale.

américaines, plusieurs sont un héritage datant de bien loin, et font mieux comprendre certaines figures de la pictographie mexicaine. Que ce soit notre excuse pour les avoir consignés ici.

Au résumé, ces détails, et d'autres que M. Biart fournit en grand nombre (1), accusent non seulement la fixité de la race, la pureté du type, l'identité du caractère, mais encore une invincible obstination dans les usages d'autrefois. De la vie antique, un seul côté s'est effacé sans retour. Féroce autrefois, cruel jusque dans l'éducation domestique, voué à un culte abominable, l'Aztèque s'est adouci en devenant chrétien. Les indigènes convertis sont généralement humains, pacifiques, indifférents même aux jeux sanglants des taureaux. Mais, partout ailleurs, quelle ressemblance saisissante avec l'ancienne société mexicaine ! Les peintures et les chroniques du XVIe siècle semblent copiées de scènes que nous avons sous les yeux. Aujourd'hui encore, les débris des anciennes peuplades continuent à défendre, contre les envahissements de la civilisation étrangère, leurs institutions sociales et administratives, les cérémonies des mariages et des sépultures, les marchés, les fêtes, et ces repas où dominent toujours la *tortilla*, les *frijoles*, l'*atole* (2), avec exclusion systématique des usages européens.

Les lacs de Texcoco et de Chalco portent encore des *Chinampas*, ces îlots artificiels flottants, que la nécessité força les Aztèques du XIVe siècle à transformer en jardins potagers. C'est toujours aussi dans les fêtes cette profusion de fleurs, ce goût passionné et universel pour les fleurs, dont tous les documents primitifs nous apportent de si curieux témoignages.

Par un contraste étrange, tandis que les indigènes demeurent réfractaires à notre civilisation, tandis que beaucoup de coutumes héréditaires restent debout immuables et comme indestructibles, le climat en bien des points s'altère sensiblement. Telles villes, jadis réputées salubres, sont d'un séjour dangereux. Pour ne mentionner ici qu'une des causes de cette transformation, cer-

(1) *Les Aztèques*, pp. 217 sqq., p. 249, etc.

(2) Pour figurer la prononciation des noms hispano-mexicains, M. Biart écrit *atolé*, *frijolès*, *zapoté*, etc. Nous n'oserions suivre ce système, qui ne tient nul compte de l'accent tonique, et qui nous paraît peu conséquent : il aurait fallu également représenter *pulque* par *poulgué*, *chico* par *tchico*, et ainsi de suite. Au lieu de transcrire simplement les noms aztèques, et d'observer les règles grammaticales, qui exigent, par exemple, *mexicatl* au singulier, *mexica* au pluriel, nous nous sommes tenu à l'orthographe communément adoptée.

tains districts se déboisent avec une rapidité alarmante. Comme l'a justement remarqué M. Biart, on voit presque du jour au lendemain les champs s'élargir et les forêts disparaître, surtout depuis la construction des chemins de fer. Faute de houille, les machines à vapeur ne consument guère que du bois. Nous pouvons ajouter que les coupes imprudentes, faites depuis vingt ans, au Rio-Frio par exemple, non seulement ont modifié le régime des pluies, mais encore ont notablement changé l'état sanitaire de Mexico. Les vents violents des plaines d'Apam, arrêtés autrefois au Rio-Frio et par les hauteurs voisines, arrivent maintenant à la capitale dans toute leur force, et, au dire des médecins, y ont rendu la pneumonie endémique (1).

En voilà assez pour le Mexique moderne. Plusieurs écrivains, à force d'exagérer et de dénigrer, n'en ont produit que des caricatures. M. Biart nous donne un tableau vivant et réel, quoiqu'il n'ait touché ce sujet qu'en passant (2). Son objet principal était de révéler le Mexique ancien, de réunir tout ce que l'on en sait pertinemment.

On n'attend pas que nous analysions à ce point de vue un livre qui est lui-même un rapide résumé. Sans nous attarder à tous les détails qui nous paraissent contestables, bornons-nous à quelques remarques sur des questions générales : sur l'ethnogénie des Aztèques et des diverses races qui peuplèrent le Mexique, sur les relations qu'elles eurent entre elles et avec l'Asie, sur les constructeurs de pyramides, enfin sur la destruction des pictographies, qui constituent une source importante de l'ethnographie aztèque.

Ethnologie mexicaine.

Dans les lettres de Fernand Cortès et d'autres relations bien authentiques, M. Biart a pris sur le vif la société mexicaine au

(1) C'est une des causes de la grande mortalité de Mexico. Pour une population de 300 000 âmes environ, les statistiques officielles accusaient, en 1885, **13 189** décès et **1753** naissances. Ce dernier chiffre est pourtant beaucoup trop faible. Il ne représente sans doute que les naissances enregistrées à l'état civil. Or un grand nombre de familles négligent les formalités légales. Le fait est qu'en dépit des chiffres officiels, la population paraît augmenter.

(2) Il l'a développé en d'autres publications, que nous n'avons pu consulter.

temps de Motecuhzoma Xocoyotzin (1). Il a pu raconter aussi les règnes précédents, et fournir sur les pérégrinations aztèques quelques données généralement admises. Au delà, dans l'ethnogénie des Nahoas, on se heurte à des questions plus obscures encore qu'intéressantes. Il n'y a plus, à première vue, qu'un pêle-mêle inextricable d'opinions contradictoires. Quand on étudie les origines, la première impression, et chez beaucoup aussi la dernière, est le découragement et le scepticisme. Mais, s'il est difficile de donner à ces problèmes une solution définitive, ne peut-on au moins en poser nettement les termes, et chercher à fixer le point où s'arrêtent nos connaissances? M. Biart n'y a peut-être pas toujours réussi. Sur les questions d'origine qu'il effleure, son livre contient quelques jugements sommaires, parfois bien hasardés.

Il serait moins utile de les discuter un à un que d'exposer à grands traits l'ensemble de la question. Soit dit une fois pour toutes : les conclusions acquises à la science sont en petit nombre, presque tout est conjecture; mais, hypothèses pour hypothèses, nous avons tâché d'exposer ici les plus plausibles. Nos indications seront forcément un peu vagues : pour traiter en détail ce sujet où convergent tant de sciences, il eût fallu écrire un volume, et consigner ici des théories dont demain peut-être il ne restera rien.

En prenant pour base les traditions, les usages, la classification des langues et quelques caractères anthropologiques, les peuples de l'Anahuac (2) se ramènent à trois groupes : les Otomis au centre, les Mayas-Quichés au sud, les Nahoas qui vinrent du nord se superposer aux habitants primitifs. Ces peuples se sont plus ou moins mêlés et leurs civilisations ont déteint les unes sur les autres. Un mot sur chacune d'elles, afin de mieux comprendre les Nahoas, ainsi que les Aztèques, qui leur appartiennent.

1. *Otomis.* — Les Otomis, répartis actuellement dans les États de Queretaro, Puebla, Vera-Cruz, Michoacan (3), etc., présentent un caractère essentiellement primitif, et mériteraient de fixer

(1) Tel est, d'après Orozco y Berra, le vrai nom de *Montézuma II.* La forme *Monteczuma* se rencontre fréquemment aussi.

(2) Ce nom, réservé d'abord à la vallée de Mexico, a désigné plus tard tout l'empire aztèque, avec les royaumes des Acolhuacan, Tlacopan, Michoacan et d'autres de moindre importance; Bancroft l'étend au territoire compris entre 18° et 21° sur l'Atlantique, et 14° et 19° sur l'océan Pacifique.

(3) Cfr. *Apuntes para la corografia y la estadistica de Michoacan.*

davantage l'attention des ethnographes : confinées de bonne heure dans les montagnes et vivant isolées, plusieurs de ces tribus virent passer à leurs pieds les flots des émigrations étrangères, sans guère en subir le contact. Beaucoup ne sortirent de l'état sauvage que vers le xve siècle.

Antérieurs aux premiers Nahoas, qui semblent remonter à la pierre polie; antérieurs à la race Maya-Quiché qui travaille déjà le cuivre à l'état natif; antérieurs probablement aussi aux colonies nègres, dont le Mexique a gardé des traces non équivoques (1), les fils d'Otomitl apparaissent dès l'époque paléolithique, habitant les cavernes, menant une vie sauvage et adonnés à la chasse. Ils ont laissé des vestiges, assez douteux il est vrai, d'un culte zoolâtrique. Leurs nombreux dialectes, qui aujourd'hui encore varient d'un village à l'autre et qu'ils appellent hiá-hiú, sont nettement monosyllabiques. Le type, tel qu'il s'est conservé à travers tant de siècles, les rapproche de la race mongole.

L'homme vivait au Mexique avant les derniers bouleversements qui ont donné au continent américain sa configuration actuelle (2). Cette race, contemporaine des grands proboscidiens disparus, n'est peut-être autre que les Quinames ou Quinametzi des traditions mexicaines, et ceux-ci doivent s'identifier avec les Otomis.

A eux aussi se rattachent les Meca. Les Nahoas appelèrent ainsi les tribus qui peuplaient l'immense région couverte par le maguey (3). Les *Ameca, Chalmeca, Mexcalteca, Teochichimeca,* et nombre d'autres, étaient, suivant toute apparence, des Otomis modifiés par des influences étrangères. Plusieurs, comme les *Jonaz* des hauteurs de Guanajuato, avaient gardé la langue et les coutumes primitives; tandis que les *Tarahumares* de Chihuahua parlaient déjà un dialecte nahoa. Un mélange plus intime encore avec les Nahoas du nord produisit des tribus mixtes.

Chichimecatl, dans la langue aztèque, est devenu synonyme de sauvage, et, sous la plume des premiers historiens, *Chichimeca* désigne les tribus de civilisation inférieure. Toutes paraissent

(1) Chavero, *México á través de los siglos*, t. I, p. 63. — Orozco y Berra, *Hist. antigua de Mexico*, l. I, p. 107 sqq.

(2) M. Adrien Arcelin, avec la très haute compétence qu'on lui connaît, a tenu les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* au courant des travaux récents sur l'existence de l'homme en Amérique aux débuts de l'époque quaternaire.

(3) *Metl* (maguey) donne par formation régulière *meca* (gens du maguey).

avoir été altérées dans des proportions diverses, par l'absorption d'éléments nahoas. Mais, au fond, elles rentrent plutôt dans la catégorie des Meca et des Otomis, à en juger par les usages, par les dialectes et par les traditions (1). Les *Olmeca* n'ont de commun avec les vrais *Meca,* que le radical de leur nom : ils dérivent, semble-t-il, de la race du sud. Les descendants d'Ulmecatl, qui formèrent probablement un seul peuple avec ceux de Xicalancatl, sont nombreux aujourd'hui encore dans l'État de Puebla.

2. *Mayas-Quichés.* Cette race, dit M. Biart, est la plus ancienne dont on trouve la trace sur un des points du Mexique moderne. Elle nous paraît, au contraire, postérieure aux Otomis et aux Nahoas prétoltèques. Rien ne permet de la reculer au delà de l'âge du cuivre, ou du moins de la période néolithique qui, en Amérique, le précéda immédiatement.

Quoiqu'ils n'aient pas été les premiers en date, ces hommes peuplèrent cependant dès une haute antiquité le Mexique méridional. D'après leurs traditions, ils vinrent par mer, huit siècles avant l'ère chrétienne, passant par les Antilles, où aujourd'hui encore les aborigènes parlent une langue apparentée au Maya. Votan, leur chef, fonda un empire bientôt florissant.

Leur civilisation, concentrée surtout dans les États actuels de Yucatan, Campèche, Tabasco et Chiapas, a débordé sur l'Amérique centrale et reflué vers le nord, couvrant ces pays de temples, de palais et de forteresses. Ces monuments, remarquables par la belle coupe des pierres, l'élégance de l'architecture, le goût et la richesse de l'ornementation, ne sont point l'œuvre d'une génération ni d'un peuple. Les uns appartiennent aux Mayas, qui s'étendaient dans la péninsule yucatèque jusqu'au Rio Usumacinta, les autres aux Quichés proprement dits, et aux Cak-Chiquels, compris entre l'Usumacinta et le Soconusco, embrassant le Chiapas, le Tabasco et même les terres hautes du Guatemala. Les deux groupes se subdivisent encore, et au total Mayapam Uxmal, Palenque (le vrai nom est *Palemke*), les villes saintes de Itzámal et de Chichen-Itza, le Lorillard-city de M. Désiré Charnay, offrent des différences assez marquées. Partout cependant les constructions s'élèvent sur la pyramide tronquée, sur le mound terminé en plate-forme; partout se révèle le même caractère architectural, et, si les détails varient

(1) Ces traditions ont été conservées en partie par Motolinía et par Mendieta, *Hist. eccl. indiana,* lib. II, cap. XXXII et sq.

notablement, il y a telles ruines, celles de Copan, par exemple, qui paraissent former le trait d'union entre les types extrêmes et marquer la transition (1).

Des hiéroglyphes gravés sur la pierre, des figures en relief aux proportions correctes, aux formes élégantes, nous montrent chez les peuples du sud une sculpture et une statuaire assez parfaites. L'art maya-quiché, dans son ensemble, a parfois des tendances égyptiennes ou, plutôt peut-être, assyriennes. Il trahit clairement aussi à Nachan (Palenque) des influences nahoas, apportées sans doute par les Zapotèques.

Avec des connaissances techniques et scientifiques surprenantes, avec un degré de culture élevé, les rites et les idées religieuses sont dégradés et inférieurs. Ils accusent de nombreux emprunts à des peuplades distinctes. Le temps se calculait comme chez les Nahoas.

Mais, si la civilisation maya-quiché a été fortement imprégnée d'éléments étrangers, le caractère primordial et traditionnel a toujours prévalu. Aujourd'hui encore quelques-unes des populations indigènes gardent, dans sa pureté, la langue et le type des Votanides.

L'Indien yucatèque est brachycéphale, il a le front large, le regard assuré et, par ses traits comme par son caractère, il occupe un rang à part parmi les indigènes du Mexique.

La langue maya paraît formée d'un élément agglutinant nahoa, et d'un élément d'aspect monosyllabique. Elle est manifestement de la même famille que le quiché, le cak-chiquel et le zutuhil (2).

Malheureusement, ces peuples qui attirent si vivement notre intérêt sont un des plus grands mystères de ce mystérieux nouveau monde. Les fouilles ont amené peu ou point de résultats. Les hiéroglyphes, tout différents des pictographies nahoas, sont muets pour nous, ou du moins aucun essai de déchiffrement des caractères calculiformes n'a rallié jusqu'ici tous les suffrages. Les traditions sont enveloppées d'incertitude, et ici plus qu'ailleurs l'imagination de certains auteurs s'est donné carrière. Si la lumière se fait peu à peu, c'est grâce aux explorations de M. Charnay, grâce surtout aux patientes investigations de M. de Charencey et d'autres américanistes (3). Cette année même, l'illus-

(1) Cfr. Nadaillac, *L'Amérique préhistorique*, pag. 332.

(2) Cfr. Fr. Pimentel, *Cuadro descriptivo y comparativo de las lenguas indígenas de México.*

(3) Cfr. Philipp Valentini, *The Katunes of Maya history*, Worcester 1880. — Léon de Rosny, *L'Interprétation des anciens textes Mayas*, Paris 1875.

tre savant a publié le *titulo de Totonicapan*, document précieux sur les légendes des Quichés du Guatémala. M. Brinton nous fait connaître un travail du professeur Cyrus Thomas sur des manuscrits mayas et nous annonce, de la part du docteur Forstemann et du docteur Schellhas, une étude complète sur le codex de Dresde, qui forme avec les codices Peresiano, Troano et Cortesiano la bibliothèque hiéroglyphique des Mayas.

Il n'entre pas dans notre plan d'indiquer toutes les questions ethnographiques qu'ont soulevées les Mayas ; car ceux-ci n'ont exercé sur les Aztèques qu'une influence médiate et indirecte. Du reste, sur ce point comme sur toute l'Amérique préhistorique, le bel ouvrage de M. de Nadaillac fournit des données exactes et suffisamment complètes.

3. *Nahoas*. Ce dernier groupe comprend les nations et les tribus de langue *nahuatl* ou *nahoa*, chez lesquelles, du reste, les institutions, les coutumes et les croyances attestent une origine commune.

Le *nahoa*, qu'on a moins heureusement appelé idiome aztèque ou mexicain, est aujourd'hui encore la plus répandue des langues indigènes. Elle a couvert de ses ramifications un vaste territoire, depuis le Gila jusqu'au Soconusco, avec des interruptions peu considérables. Des dialectes de la haute Californie, d'Arizona, du Nouveau-Mexique, du Texas en ont gardé la trace. En descendant, nous la retrouvons tout le long de l'océan Pacifique, puis de cette côte jusqu'à Vera-Cruz, et plus bas jusqu'à Escuintla. A une époque déjà lointaine, elle était pour l'Anahuac et plusieurs pays de l'Amérique centrale (1) la langue commerciale et officielle, celle des cours et des ambassadeurs. Les marchands aztèques l'établirent avec leurs comptoirs dans la péninsule yucatèque et sur les côtes des deux océans.

Cette prodigieuse expansion n'a rien qui doive surprendre. Polysynthétique et agglutinant, comme la plupart des langues avec lesquelles il est en contact, le nahoa est pourtant d'une structure à la fois plus savante et plus simple. Abondante, harmonieuse, définissant la plupart des objets par leur nom

Mémoire sur la numération ... des anciens Mayas, Nancy 1875. *Essai sur le déchiffrement de l'écriture hiératique de l'Amérique centrale*, Paris 1876. — Le Muséon de Louvain a publié un travail de M. Henri de Charencey sur le système de numération et les conjugaisons des Mayas-Quichés.

(1) Il est douteux que le Guatemala et le Nicaragua aient jamais été soumis à l'empire de Tenochtitlan ; mais ces pays furent certainement visités par des tribus nahoas.

même, plus régulière dans ses formes grammaticales, plus facile que l'otomi et d'autres idiomes voisins, la langue *bien-sonnante* (c'est le sens du mot aztèque *nahuatl)*, représente un des types les plus élevés des langues américaines, et devait naturellement dominer. Sa littérature n'est pas à dédaigner et, avec les poèmes du roi Texcuan Nezahualcoyotl, elle a inspiré des œuvres de mérite. D'assez nombreux travaux lexicographiques, et tout récemment le dictionnaire de M. Remi Siméon, ont permis d'apprécier la richesse et la perfection du vocabulaire mexicain (1).

La race qui propagea cette langue a marqué plus que toute autre dans la civilisation américaine. En dehors de l'Anahuac, elle a laissé un profond sillon dans les vallées de l'Ohio et du Mississipi, comme dans toute l'Amérique centrale. Au Mexique même, trois noms, d'après de récents ouvrages français, résumeraient son histoire : Toltèques, Chichimèques, Aztèques; mais il faudrait s'entendre sur la valeur des deux premiers termes, et en ajouter un quatrième, celui des Nahoas prétoltèques. Expliquons-nous.

Nahoas tlapaltèques. Bien avant la fondation de ce qu'on appelle " la monarchie toltèque ", les Nahoas occupaient plusieurs points du Mexique actuel. Des différents peuples qui couvraient l'Anahuac alors que Tollan n'existait point encore, les uns (comme les Quinames) sont Otomis; d'autres, les Olmèques par exemple, représentent la race du sud débordant sur le plateau central; mais les Zapotèques, qui nous ont laissé les admirables ruines de Mitla, et les Mixtèques étaient, suivant toute apparence, des Nahoas, mêlés peut-être d'éléments otomis, et certainement d'éléments mayas (2). Ils formaient les avant-postes de la grande armée émigrante qui, depuis plusieurs siècles, descendait lentement vers le sud.

Les Nahoas, arrivés d'Asie, semble-t-il, dans la période néolithique, se trouvaient établis, longtemps avant notre ère, dans la vallée du Mississipi, et même d'un océan à l'autre. Refoulés par des envahisseurs que M. Alfred Chavero rattache à la race maya-quiché (3), ils se groupèrent vers l'occident, et c'est de là

(1) Cfr. Brinton, *The Study of the Nahuatl language,* reprint from the American Antiquarian, janvier 1886.

(2) Cfr. Bancroft, *The Native Races,* t. V, p. 195, 206 sqq. — Nadaillac, *L'Amérique préhistorique,* p. 362. — Chavero, *México á través de los siglos,* t. I, pp. 239, 248 sqq., 272.

(3) *Op. cit.,* p. 177.

qu'ils entrèrent dans les régions nord-ouest du Mexique moderne pour se jeter plus tard en hordes serrées dans les fertiles provinces du centre.

La tradition les fait venir de *Chicomoztoc*, les sept caves, sept centres de tribus distinctes : *Huehuetlapallan*, le premier *Tollan*, *Atztlan*, etc. M. Bancroft, dont les ouvrages sont un des meilleurs répertoires de l'érudition américaine, mais qui n'a pas toujours discuté les témoignages qu'il accumule, cherche au sud le point de départ, et dirige le courant vers le nord (1). Nous doutons fort que ce paradoxe s'implante dans la science. A notre avis, il n'a été produit aucun argument qui doive prévaloir contre les itinéraires hiéroglyphiques et leur interprétation traditionnelle. La route suivie pendant ces déplacements ethniques nous apparaît encore dans les noms de villes, dans les dialectes et dans certains types actuels des provinces septentrionales. Sans être tout à fait concluantes, de récentes explorations nous autorisent à placer Huehuetlapallan, un des principaux centres nahoas, entre le Xila ou Gila et le Colorado, et la majeure partie du Chicomoztoc dans les États de Sonora (2) et Sinaloa. Là se serait écoulée, depuis le IIIe siècle avant J.-C. jusqu'au VIe de notre ère, la période tlapaltèque, représentée par les monuments du Gila. Les Nahoas d'alors, ainsi que les Yaquis, les Opatas, les Mayos (3), qui en ont perpétué le type jusqu'à nous, semblent, au point de vue physique, supérieurs aux hommes de la même race que nous rencontrons plus tard dans l'Anahuac (4).

Ces inductions, pour la plupart, ne dépassent guère la probabilité. Il fallait néanmoins parler des prétoltèques, surtout des derniers en date, c'est-à-dire des Tlapaltèques, parce que dans leur civilisation primitive se trouve en germe tout l'avenir de la race. Même dans les Aztèques nous reconnaîtrons plus d'un trait de leurs lointains ancêtres.

Toltèques. Au sein des tribus groupées autour de Huehuetla-

(1) Bancroft, *The Native Races*, t. II, p. 117 et t. V, p. 219.

(2) En 1885, des explorateurs ont découvert, au milieu des forêts, à une vingtaine de lieues de la vallée de Magdalena (Sonora), une pyramide de 4350 pieds de base et 750 de hauteur : le revêtement est en blocs de granit parfaitement travaillés. Nous ignorons si ces détails ont été contrôlés. Dans tous les cas, ils sont encore trop vagues pour que nous osions rien en conclure.

(3) Faut-il rappeler que les *Mayos* n'ont rien de commun avec les *Mayas ?*

(4) Cfr. Chavero, *Op. cit.*, pp. 107 sqq., 115, 269 sqq.

pallan, éclata une longue et formidable révolution, qui inonda bientôt l'Anahuac de hordes émigrantes. L'histoire de ces déchirements est confuse. Toujours est-il que vers la fin du VIe siècle de notre ère, sept tribus principales et d'autres moins considérables s'ébranlèrent et envahirent les provinces du sud et de l'est. Sahagun appelle *Toltèque* celle qui devait exercer sur le Mexique une influence si décisive; mais ce mot, dans l'ethnographie américaine, n'a qu'une valeur douteuse, et l'on se demande s'il a existé une nation historique ainsi nommée. Acceptons-le faute de mieux, avec les renseignements que nous fournissent les premiers historiens.

Une confédération de tribus, que nous confondons sous le nom générique de Toltèques, quitta l'antique Tollan au VIe siècle, se dirigea vers le sud et marqua, dans les villes de Tlapallanconco, Xalisco et autres, les étapes de ses pérégrinations. Aux populations qu'elle rencontra en chemin, elle laissa bien des souvenirs de sa langue, de son calendrier, de son culte; mais elle-même ne fut point entamée, et les émigrants étaient encore des Nahoas sans mélange, lorsqu'ils se fixèrent enfin à une dizaine de lieues du Mexico actuel. Les annales de Cuauhtitlan (appelées aussi codex Chimalpopoca, du nom de leur interprète) rapportent à l'année 674 l'arrivée des Toltèques et la fondation de de leur capitale, la nouvelle Tollan ou Tula. D'autres assignent les années 660 ou 713 (1).

Dans les souvenirs des peuples de l'Anahuac, les Toltèques personnifient les connaissances techniques, les sciences, la civilisation et c'est d'eux que toutes les nations postérieures en reçurent l'héritage. Leurs notions astronomiques étaient déjà remarquables. Les explorations faites cette année même à San Juan Teotihuacan, les fouilles plus anciennes de Tula et Cholulo, ont révélé un assez haut degré de civilisation matérielle. Est-ce à dire que les Toltèques fabriquaient le verre et la porcelaine? M. Désiré Charnay en a cru tenir la preuve à Tula. Malgré toute l'autorité de ce nom, il est douteux que les objets aient été trouvés dans un terrain non remanié. Plusieurs savants, M. de Nadaillac entre autres, avaient exprimé déjà leurs craintes à ce sujet; et nous croyons celles-ci pleinement confirmées, à la suite d'une excursion scientifique faite à Tula, il y a quelques mois à peine.

Les chroniqueurs nous ont conservé quelques renseignements

(1) Cfr. Biart, *Op. cit.*, p. 19. — Chavero, *Op. cit.*, pp. 354 sqq.

positifs sur la " monarchie toltèque " ; tous disent aussi qu'elle s'effrondra à la fin du XIe siècle, ou au commencement du XIIe, pour faire place à la puissance chichimèque ; mais à la suite de quels événements ? Ici les données historiques et chronologiques redeviennent des plus obscures. Une longue série de malheurs, une sécheresse persistante, la famine, des maladies pestilentielles, un schisme religieux et des divisions sanglantes détruisirent en grande partie la nation : sauf quelques familles, le reste émigra au Yucatan, à Chiapas, au Guatemala. Telle est la version d'Ixtlilxochitl. D'après d'autres, l'empire, sans doute très affaibli déjà, ne serait pourtant tombé que sous les coups des Chichimèques.

Chichimèques. — Sur ce groupe considérable, qui depuis longtemps s'imposait aux recherches des historiens, il règne parmi les savants une anarchie complète. Pour les uns, c'est le peuple déjà policé d'Acolhuacan, avec Texcoco comme capitale ; d'autres y voient des tribus barbares venues des montagnes du nord, ou bien les deux forces réunies (1). Alexandre de Humboldt, Buschmann et plusieurs ethnographes contemporains les mettent, à côté des Aztèques, au nombre des Nahoas. Pimentel était mieux fondé à en faire un rameau du tronc otomi. Effectivement, les Chichimèques parlaient bien au XIVe siècle la langue de Tenochtitlan ; mais ils gardaient de nombreux débris d'un idiome plus ancien, que nul Aztèque ne parvenait à entendre. Les tribus chichimèques du nord différaient radicalement des Nahoas par leur état social, leurs mœurs, leurs rites et leurs croyances. Enfin, et l'on a eu tort de ne point signaler ce témoignage, le codex Ramirez distingue très nettement les *Nahuatlocales* des *Chichimecas*, et donne à ceux-ci, pour second nom, celui d'*Otomies* (2).

En coordonnant les traditions conservées par Juan de Tovar, Mendieta, Pomar et Ixtlilxochitl, nous inclinerions à voir dans les Chichimèques, vainqueurs ou successeurs des Toltèques, des tribus otomis déjà modifiées par le voisinage des Nahoas tlapaltèques. Elles auraient subi le contre-coup des révolutions qui bouleversèrent le *Chicomoztoc*, et ébranlées, poussées dès le VIIe siècle, elles se replièrent lentement vers le sud jusqu'à Cuauhtitlan et Amecameca. Les Toltèques les y rencontrèrent,

(1) Cfr. *El Mapa Tlotzin, Historia de los reyes de Acolhuacan*, ANALES DEL MUSEO NACIONAL MEXICANO, tom. III, p. 304, Mexico 1886.

(2) *Crónica mexicana escrita por Tezozomoc, y precedida del Codice Ramirez ;* édition de José Maria Vigil, Mexico 1878, pp. 17 sqq.

quand ils envahirent la vallée de Mexico. Plus tard, les Chichimèques-Nahoas s'allièrent à des familles toltèques et se laissèrent alors civiliser. Les premiers habitants leur apprirent à cultiver la terre.

Aztèques. — Vers l'époque où disparut la puissance toltèque, nous voyons surgir dans l'Anahuac, à côté des Chichimèques, les Xochimilcos, les Chalquès, les Tépanèques, les Tlahuïcas, les Colhuas, les Tlaxcaltèques et enfin les Aztèques, tous de même langue et de même origine entre eux, mais bien distincts des barbares Chichimèques.

Ce mystérieux Atztlan, dont la tradition mexicaine fait sortir les Aztèques, et d'où ont essaimé tant de peuples, n'a pu être déterminé avec certitude. D'après ce que nous avons dit plus haut, il faudrait le placer au nord-ouest et vers le Gila.

C'est d'*Atztlan* que les *Azteca* prirent leur nom. De Mexitli ou Huitzilopochtli, leur principale divinité (1), ils s'appelèrent *Mexitzin*, *Mexi.* — Leur capitale, *Mexico*, reproduit ce radical avec *co,* la caractéristique des noms de lieux ; et Mexico à son tour forme régulièrement *Mexicatl*, *Mexica.* Tenoch, second fils de Ixtacmixcoatl et de Ilancueitl, fut un des chefs qui présidèrent à la fondation de la ville nouvelle, ce qui valut à celle-ci le nom de *Tenochtitlan*, et au peuple celui de *Tenochca* (2).

Les Aztèques avaient quitté la patrie commune en même temps que les autres tribus principales des Nahoas. Mais ils se séparèrent bientôt, et l'on sait à la suite de quelles aventures ils vinrent se fixer à Chapultepec (vers la fin du XIIe siècle), fondèrent Mexico-Tenochtitlan en 1325 ; s'allièrent aux Acolhuas de Texcoco et aux Tépanèques de Tlacopan, et, après des alternatives de succès et de revers, finirent par dominer seuls, ou à peu près, sur tout l'Anahuac.

Malgré les subtilités d'un récent écrivain, la filiation ethnogénique des Aztèques ne laisse aucune incertitude : ils forment, avec les Toltèques et avec les confédérations que nous voyons en lutte sur le haut plateau des Cordillères, un groupe compact, homogène, de sang purement nahoa. Si l'on excepte les Chichimèques, il règne entre tous une si intime ressemblance de coutumes, de traditions, de rites, de croyances, de langue et d'écriture, d'organisation religieuse et sociale, que l'identité ethnique éclate à première vue.

(1) *Crónica mexicana escrita por D. Hernando Alvarado Tezozómoc*, c. 1, pp. 223 sqq.

(2) Orozco y Berra, *Op. cit.*, t. I, pp. 460, 513.

Ces analogies sont trop connues pour qu'il faille insister. Mais il en est une que nous voudrions défendre contre M. Biart et contre les savants américanistes dont il s'est inspiré. " Chez les Aztèques, disent-ils après Torquemada, la royauté passait non pas du père au fils, mais du frère au frère, de l'oncle au neveu (1). Dans aucun cas la primogéniture ne conférait de privilège. „ Prise dans un sens absolu, cette assertion a d'abord contre elle la pratique constante de Texcoco, de Tlaltelolco, et d'autres peuples voisins et parents. Une anomalie si étrange devrait se prouver. Or rien n'est moins établi. Des indications de quelques historiens primitifs, et des tableaux dynastiques qu'une étude attentive du codex Ramirez et de Tezozomoc ont permis de dresser, se dégage la loi suivante : A son avènement, chaque empereur pouvait désigner une de ses femmes comme reine ; et les fils de celle-ci, d'après leur rang d'âge, étaient les héritiers de la couronne. Le frère de l'empereur ne devenait son successeur qu'à défaut des fils. Mais lorsque, à la vacance du trône, le prétendant légitime était hors d'état de gouverner, faute d'âge ou de santé par exemple, il perdait tout droit à l'empire, et celui-ci passait définitivement au plus proche héritier. Ces règles s'appliquent à toutes les successions royales de Mexico, jusqu'au dernier Motecuhzoma. Les exceptions sont apparentes ou fondées uniquement sur des erreurs de généalogie.

Mais la royauté n'était-elle pas élective, et pouvait-elle par conséquent se transmettre suivant des règles si précises? Nous répondrons que l'élection ne tarda pas en effet à devenir illusoire, et se borna bientôt à une simple vérification de titres. Cette opinion, qu'il serait trop long de développer ici, s'appuie sur les meilleurs témoignages (2). Nous croyons que MM. de Nadaillac (3) et Biart ne l'auraient pas si vivement combattue, s'ils avaient pu consulter les textes inédits récemment publiés.

L'étude des institutions confirme les données de la linguistique et de l'anthropologie : la famille nahoa est parfaitement une. Reste à voir si, en remontant assez haut dans son passé, elle rentre dans une classe commune avec les Otomis et les Mayas.

Affinité des Otomis, des Mayas et des Nahoas.

Les difficultés inhérentes à toute étude ethnogénique gran-

(1) Biart, *Op. cit.*, p. 131.—Nadaillac, *L'Amérique préhistorique*, p. 309. — Orozco y Berra, *Op. cit.*, pp. 364 sq.

(2) A. Chavero, *Op. cit.*, pp. 640 sqq.

(3) *L'Amérique préhistorique*, p. 309.

dissent ici énormément. Reliant les deux moitiés du continent américain, le Mexique a été le point de passage et de stationnement de presque toutes les grandes migrations qui entraînèrent les peuples du nord vers le midi et firent refluer vers le nord la race exubérante du sud. Ces mouvements aboutissent à l'Anahuac : là se sont heurtées, juxtaposées, mélangées toutes les hordes tour à tour dominatrices et subjuguées (1). Là encore se rencontrèrent des colons et des aventuriers de l'ancien continent.

Ce fait, que l'Anahuac a été le rendez-vous de tant de nations immigrantes explique l'aspect bigarré que présente la civilisation aztèque. Avec un fond évidemment nahoa, ses coutumes, ses mythes cosmogoniques et astronomiques, son culte et ses croyances forment un mélange bizarre et incohérent. Dans ces éléments disparates, parfois contradictoires, se reflètent les influences étrangères que les Aztèques ont forcément subies. Il en va de même, à des degrés divers, pour tout l'ensemble de la famille nahoa et pour les Mayas-Quichés.

Au milieu de cette confusion, il est long et malaisé de démêler exactement ce qui revient à chacune des races concurrentes.. La nature de ce compte rendu ne comporte que de brèves indications.

Les Nahoas se séparent nettement des Mayas-Quichés : écriture, langue, architecture, mythologie, usages, tout offre de perpétuels contrastes, et semble révéler, au premier abord, des familles ethniques radicalement distinctes. Mais un examen attentif découvre aussi bien des points de contact.

L'architecture, dans son trait le plus saillant, est la même. Chez les Quichés, les Cak-Chiquels et les Mayas, chez les Nahoas primitifs, les Toltèques et les Aztèques, dans le Honduras, le Chiapas, le Yucatan et tout l'Anahuac jusqu'au nord, partout le mound et la pyramide tronquée (2). Nous avons dit plus haut que les langues mayas-quichés contiennent des éléments franchement nahoas. Le calendrier et le système de numération reposent sur les mêmes bases. Moins féroces que les Aztèques, les hommes du sud pratiquaient cependant eux aussi des rites sanglants. Comme les dévots de Huitzilopochtli, ils se perçaient les oreilles et la langue. Pour obtenir la pluie, les Itzas et d'autres sacrifiaient de jeunes vierges ou des enfants à la mamelle, avec

(1) Quatrefages, *Archives de la Commission scientifique du Mexique*, t. I, pp. 23, 408.

(2) Cfr. Nadaillac, *L'Amérique préhistorique*, pp. 336, 371.

la même cruauté que les Aztèques. Comme eux aussi, les Quichés ouvraient la poitrine des victimes, en arrachaient le cœur pour l'offrir tout palpitant aux dieux, barbouillaient de sang leurs idoles et mangeaient la chair humaine. Les sacrifices étaient accompagnés de danses (1). Ce que nous savons des vases, des outils, des ornements mayas prête à de nouvelles comparaisons. Les armes des Toltèques, leurs vêtements, ces bourrelets remplis de coton et impénétrables aux flèches rappellent les tribus yucatèques. Nous trouvons des traits communs jusque dans les usages les plus bizarres et, par exemple, dans les mutilations dentaires (2).

Que penser de ces analogies, qu'il serait facile de multiplier ? Des esprits de premier ordre les attribuent, non pas à la communauté d'origine, mais à une lente compénétration de deux races voisines. Des idées et des coutumes toltèques s'infiltrèrent de bonne heure chez les Mayas. Puis vinrent les colonies. Les Cak-Chiquels (le second des deux groupes qui portèrent le nom de Quichés) auraient été notablement modifiés à la suite d'immigrations nahoas. D'après M. Orozco y Berra, Quetzalcoatl introduisit au Yucatan et au Guatemala, vers le XIe siècle, les rites et les croyances du nord.

Quelque naturelles que soient ces explications, gardons-nous d'en exagérer la portée. Certains partisans des " races irréductibles " font un partage assez arbitraire entre éléments primitifs et éléments importés. D'autres semblent oublier les ressemblances que nous constatons déjà à une époque où les Nahoas n'avaient probablement pas pénétré dans les provinces du sud. Enfin nous ne concevons pas l'assurance des savants qui, pour multiplier les races et dégager les principes constitutifs de chacune d'elles, s'en réfèrent aveuglément à la morphologie crânienne ou à des comparaisons linguistiques. Dans les détails anatomiques de certain ordre les modifications sont faciles et naissent promptement sous des influences diverses. En Amérique moins qu'ailleurs, la forme de la tête ne saurait être le principal caractère distinctif d'une race. Quant à la philologie américaine, les travaux si méritants des dernières années n'ont pu dissiper, il s'en faut, toutes les obscurités. Un fait reconnu, c'est que des langues sorties d'un tronc unique, se défigurent facilement par la superposition, le croisement, le déplacement des

(1) Chavero, *Op. cit.*, pp. 222 sqq.
(2) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, année 1882, p. 879.

peuples. Surtout chez les tribus de civilisation inférieure, les idiomes sont extrêmement mobiles. Malgré cette instabilité, et une variété presque infinie de vocabulaires, la plupart des idiomes américains présentent entre eux d'assez frappantes analogies de structure (1).

En nous restreignant au Mexique, il faut bien avouer que les ressemblances signalées jusque aujourd'hui ne suffisent pas pour assigner aux Nahoas et aux Mayas une même origine immédiate. Il serait moins difficile de voir dans les Otomis et les Mayas des populations parentes, mais détachées depuis longtemps de la souche commune. Les Nahoas de leur côté revendiquent la parenté des fils d'Otomitl ; dans les traditions mexicaines, tous les peuples soumis à Tenochtitlan étaient issus d'un même père et d'une même mère. Des traces d'un ancien culte zoolâtrique et d'autres souvenirs d'une époque primitive rapprocheraient aussi les deux familles. Mais longtemps encore ces problèmes exerceront la sagacité des ethnographes sans recevoir de solution satisfaisante. Plus tard, quand les types intermédiaires auront été étudiés de plus près, et les caractères de certaines langues mieux définis ; quand nous connaîtrons les Mayas, non plus au moment où ils font brusquement irruption dans l'histoire, tout d'une pièce, et déjà sur le point de décliner, mais dans leurs origines et avant leur mélange avec d'autres races; alors peut-être nous apparaîtra la source unique, le point de départ commun qui maintenant nous échappe. Et les idiomes mexicains ne finiront-ils point par se rencontrer dans cette langue primitive, antérieure à chacun d'eux (2), et dont les chants mythologiques nous ont transmis de trop rares vestiges ? Au total, la science ne saurait démontrer actuellement l'identité d'origine : elle entrevoit seulement la possibilité de l'établir quelque jour. L'étude des monuments laissés par chaque peuple prépare déjà les voies à une prochaine solution.

Les constructeurs des mounds, des pyramides, des cités mayas.

A un point de vue plus restreint, et sans rien préjuger encore de la filiation ethnique, il nous importe de savoir si une seule et même race a couvert de constructions grandioses l'Anahuac et l'Amérique centrale. Parmi ceux qui l'affirment, les uns

(1) Cfr. Nadaillac, *Op. cit.*, pp. 543 sqq.
(2) Cfr. Bancroft, *The Native Races*, t. III, pp. 724.

tiennent pour les Mayas-Quichés, les autres pour les Nahoas. D'après M. Désiré Charnay, les Toltèques furent les initiateurs de tout progrès au Mexique ; toutes les autres civilisations sont filles de la leur. Eux seuls bâtirent les cités et les superbes monuments du Yucatan, de Chiapas, de Tabasco, du Guatemala, lorsque, émigrés des hauts plateaux de l'Anahuac, ils se répandirent dans les régions méridionales. Les villes mystérieuses dont on vantait l'antiquité dateraient ainsi tout au plus du XIIe siècle.

Ces propositions font bondir les archéologues américains (1). Plusieurs protestent contre l'existence d'une " nation toltèque ", et, même en l'accordant comme problématique, ce n'est point elle, mais la race du sud qui a peuplé de monuments si caractéristiques les régions comprises entre le Gila et le Soconusco. A les entendre, les Nahoas n'ont fait qu'utiliser les œuvres de leurs devanciers.

Mentionnons ici la théorie que M. Alfredo Chavero est en train de publier.

La race du sud, que nous appellerons Mayo, aurait étendu ses puissants rameaux à travers tout le Mexique, jusque bien avant dans le nord. Des peuples d'une même famille, mais à des époques et à des phases diverses de civilisation, construisirent les pyramides tronquées en pierres appareillées ou en adobes, les tumuli, les *animal-mounds* (tertres gigantesques en forme d'animaux),de vastes amoncellements de terre, pour dresser des autels, ensevelir les morts, s'abriter contre l'ennemi et défendre le territoire. Tandis que les Mayas de la péninsule yucatèque représentent la race du sud déjà élevée à d'étonnants progrès, grâce à des rapports suivis avec d'autres peuples, les mound-builders nous révèlent les humbles débuts de la race et son développement graduel.

Nous la voyons, au Wisconsin, vouée à la zoolâtrie, population agricole et non pastorale, habitant des huttes. Ses terrassements annoncent déjà certaine organisation militaire.

Dans l'Illinois, les hommes du sud sont plus avancés : ils groupent des tumuli et des habitations autour de la pyramide, qui sert à la fois de temple et de forteresse. C'est toute une cité, régie théocratiquement. A cet état social répondrait aussi la fondation du premier Nachan, près de l'Usumacinta, et

(1) Cfr. D. Brinton, loc. cit. — Bancroft, *The Native Races*, t. IV, p. 362.

d'Itzamal dans la péninsule, mais sans les temples somptueux qui s'y élevèrent plus tard.

Une troisième phase de cette civilisation nous apparaît dans les régions centrales du Mississipi, avec des villes déjà mieux ordonnées, des systèmes de pyramides reliées entre elles. L'organisation militaire se développe, et le culte est plus parfait. Il faut rapporter à cette époque Quilemaqui (appelé Teotihuacan, depuis les Toltèques), Cholollan (Cholula), les constructions en pierres de Nachan et d'Itzamal, et d'autres villes aujourd'hui en ruines.

Dans l'Ohio, des cités entourées de murs, des forteresses dans les gorges des montagnes et, plus bas, les constructions échelonnées sur la côte depuis Vera-Cruz attestent un plus haut degré de civilisation matérielle.

Mais en arrivant au nord, dans les vallées du Mississipi et de l'Ohio, les Mayas en avaient délogé les Nahoas, et lorsque ceux-ci commencèrent à descendre il s'établit un double courant parallèle de migrations : l'un du nord au sud, le long de l'océan Pacifique; l'autre du sud au nord, suivant surtout le littoral du golfe mexicain.

Les Mayas ont laissé partout sur le chemin des vestiges de leur langue et de leur architecture. Tuxtla, l'île de Sacrificios près de Vera-Cruz, avec ses squelettes, ses ornements et ses vases; les terre-pleins et les tumuli si nombreux entre Vera-Cruz et le plateau central; l'admirable système de défense de Centla, les fortifications de Calcahualco, Tlacotepec, Palmillas, Tenampa, etc.; Xochicalco, d'apect si semblable aux ruines de Zaachila et de Copan, Papantla, Cholula, San Juan Teotihuacan, ces monuments et bien d'autres, par leur caractère architectonique et par les trouvailles qu'on y a faites, rappellent la race maya; ils jalonnent les routes parcourues par diverses tribus et les étapes de leurs colonies. Dans ce voyage, les Nonoalques (1) se heurtèrent aux Otomis, qui, poussés de différents côtés à la fois, avaient fini par former un groupe compact dans la vallée de Mexico et dans les États actuels de Mexico, Queretaro, Guanajuato, et San Luis Potosi. Ces populations encore sauvages barrèrent le chemin aux envahisseurs, et ceux-ci dévièrent vers l'ouest, marquant leur passage dans le Michoacan, dans les

(1) Ce nom générique désigna toutes les populations qui se rattachaient à la race et à la civilisation du sud. Nous trouvons parmi eux, à une époque très reculée, trois nationalités distinctes : les Olmèques et les Xicalanques, les Mayas, les Quichés.

ruines de Quemada, dans les idoles de Tampico, et jusqu'aux Casas Grandes, où nous trouvons cependant aussi les souvenirs de la civilisation nahoa.

On le voit, les deux écoles archéologiques et ethnographiques aboutissent, par des voies diamétralement opposées, à une conclusion semblable : les constructions si caractéristiques de la région des mounds, de l'Anahuac, du Yucatan, de Chiapas, sont l'œuvre d'une seule et même race : des Mayas pour les uns, des Nahoas, pour les autres.

Une opinion intermédiaire répartit entre les deux groupes ethniques les pyramides, les temples et les forteresses. Dans ce partage, Cholula et Teotihuacan reviendraient aux Toltèques, suivant la plupart des savants européens (1).

Sur ce point important, le livre de M. Biart offre une contradiction fâcheuse : tantôt il affirme expressément, tantôt il nie avec la même force que les Toltèques aient élevé ces pyramides (2). Y aurait-il quelque faute d'impression ?

Si nous avions à exprimer notre avis, ce serait la troisième opinion, qui, dans l'état incomplet de nos informations actuelles, serait la moins aventureuse, sauf en ce qui touche Cholula et Teotihuacan. Ceux qui attribuent tout aux Nonoalques ou aux hommes du sud à l'exclusion des Nahoas s'appuient sur des suppositions gratuites et outrent le sens de certaines découvertes. Peut-être cependant l'avenir leur donnera-t-il raison. Quant à l'autre théorie extrême, le terrain serait déblayé d'une question gênante, et l'ethnographie aurait fait un grand pas, s'il était reconnu que les merveilleuses constructions de Chiapas et du Yucatan dérivent de la civilisation de Tula. Seulement, attendons les preuves. Sans doute M. Charnay répond victorieusement à quelques objections ; il dément cette antiquité fabuleuse qu'on prêtait aux cités du sud ; il explique comment une végétation d'apparence si ancienne a pu envahir les ruines, et dit avec raison qu'aucune construction, ni surtout les ornementations délicates du Yucatan, n'auraient pu résister de longs siècles à l'action d'un climat aussi destructeur que celui des tropiques (3). Malgré tout, des savants distingués, qui seraient heureux de se rallier aux théories séduisantes de M. Charnay, n'ont rien vu dans ses arguments qui les obligeât à lui donner leur suffrage.

(1) Cfr. Boturini, *Idea de una nueva historia de la America Sept.*, pp. 113 sqq.

(2) *Les Aztèques*, pp. 20, 104, etc.

(3) Cfr. Nadaillac, *Op. cit.*, p. 323. — Bancroft, *The Native Races*, t. IV, p. 362.

Nous irions plus loin: Cholula et Teotihuacan eux-mêmes n'appartiennent probablement pas aux Toltèques. Ceux-ci y ont certainement vécu et en ont fait des cités saintes, des centres actifs et populeux. Ils dédièrent à Quetzalcoatl la pyramide de Cholula, au soleil et à la lune celles de Teotihuacan. Mais prouve-t-on qu'ils les avaient construites ? Le commentaire du *Codex Vaticanus* et les souvenirs gardés par les peuplades nahoas attribuent ces *teocallis* aux géants, c'est-à-dire à des habitants primitifs de l'Anahuac, et, en précisant encore, aux *Vixtoti*, tribu de la race du sud, commandée par *Xelhua* ou Xelva. Ces traditions et celles que nous avons alléguées plus haut, ne sauraient se manier avec trop de tact et de prudence : elles ont égaré plus d'un historien ; mais lorsqu'elles se présentent anciennes, en nombre imposant, corroborées par des découvertes quotidiennes, leur témoignage ne saurait se récuser. Précisément, à côté de nombreux débris de l'industrie toltèque et aztèque, les explorateurs trouvent à Teotihuacan des figurines, des idoles, des ornements qui paraissent d'une époque antérieure et rappellent, jusque dans leurs détails, le style de Copan. Des terres cuites que nous avons recueillies à Cholula et sur d'autres points de la même aire, comme au Tepozuchitl, accusent selon nous un faire tout différent de l'art toltèque. Quelque peuplade du sud nous paraît avoir passé par là, bien avant les émigrés de Huehuetlapallan. Ces faits constituent une forte présomption en faveur de l'origine olmèque ou vixtoti des pyramides, mais sans la laisser à l'abri de toute controverse.

En faisant la part de la race maya, il faut reconnaître que les Nahoas eux aussi exécutèrent des travaux importants. Des pyramides formées de terrasses en retrait les unes sur les autres, des tumuli funéraires, des tertres en adobes avec destination religieuse, des enceintes fortifiées avec art, sont dus aux Aztèques, aux Toltèques, et avant eux aux mound-builders. Il semble bien naturel en effet d'assimiler ceux-ci aux Nahoas. Les constructeurs des mounds, répandus des côtes du Pacifique à celles de l'Atlantique, mais concentrés surtout dans les bassins de l'Ohio, et du Missouri, se trouvaient, dès la période néolithique, à un degré de culture comparativement élevé, et bien supérieur à celui des Indiens qui leur succédèrent en ces pays. Avons-nous donc affaire à des strates ethniques distincts? Peut-être bien ; car d'illustres savants l'affirment, mais, pour mon compte, je n'oserais m'en porter garant. Les conditions sociales de ces peuplades, l'immixtion d'éléments barbares, mille autres

causes ont pu altérer la race dans la pureté du sang et la jeter hors du chemin de sa civilisation primitive. Ce n'est pas le premier exemple d'une famille humaine se dégradant au point de devenir méconnaissable. Bref, ce pourraient être là les fils dégénérés des constructeurs de mounds. Mais, les descendants directs et authentiques, M. de Nadaillac avance avec preuves à l'appui, qu'il faut les chercher dans l'Anahuac (1).

Ici, de même qu'en d'autres questions d'identité ethnique, nous n'osons guère nous aventurer sur le terrain de l'anthropologie : les faits invoqués n'ont pas subi toujours ce contrôle minutieux qui seul les érige en observations utiles; puis les mensurations se font d'après des méthodes et avec des unités multiples ; ajoutez les déformations artificielles, si familières aux anciennes races américaines. En dépit de ces difficultés, les savants ont pu établir par les mound-builders quelques caractères anthropologiques généraux : la brachycéphalie, la faible capacité du crâne, la dépression frontale, la platycnémie, la perforation de l'humérus, etc. Il y a là des traits communs avec les Nahoas qui nous sont connus. Rappelons cependant que chez les Aztèques l'aplatissement artificiel de la tête est beaucoup moins fréquent et moins prononcé qu'on n'a coutume de le dire. Dans tous les cas, nous voyons une énorme distance entre le crâne aztèque et le front fuyant des Palenquéens.

Plus encore peut-être que les détails anatomiques, les mounds eux-mêmes, les objets qu'on y a déterrés, les vestiges de l'état social et de l'organisation religieuse, font croire à une parenté assez proche entre les mound-builders et les constructeurs de pyramides dans certaines provinces du Mexique. Qui sait si nous ne découvrirons pas aussi bientôt le lien qui rattache ces populations aux Mayas-Quichés. Alors une race unique aurait semé ces immenses territoires de monuments grandioses. Mais, pour le moment, ce serait une assertion téméraire : la question reste ouverte.

Relations avec l'ancien continent.

Ce travail de concentration dans l'ethnographie mexicaine doit, plus que tout autre, s'aborder sans arrière-pensée d'apologie ou d'attaque. Le " monogénisme „ pour l'appeler par son

(1) *L'Amérique préhistorique*, pp. 483, 503.

nom, n'en a nul besoin et n'en redoute aucun dommage ; il a ses coudées franches. Pour lui faire échec, plusieurs partisans de l'homme strictement autochtone insistent complaisamment sur l'origine variée des races américaines. Ils battent en brèche leurs propres opinions; car, si les populations du nouveau monde sont vraiment " irréductibles „ , voilà les centres de création indéfiniment multipliés; et alors, demanderons-nous avec M. de Nadaillac (1), comment se fait-il que des conditions biologiques et climatologiques différentes, qu'une flore et une faune différentes, aient abouti en fin de compte à un homme partout semblable à lui-même, partout semblable à l'homme de l'ancien continent, par ses détails anatomiques et physiologiques, par son instinct comme par son intelligence et par son génie créateur ?

Sur la première origine de toute race humaine, la révélation chrétienne est explicite. A n'interroger que la science, ce sera, sinon une conclusion démontrée, du moins une hypothèse des plus respectables, que de voir dans les populations américaines les fils des émigrants de l'ancien monde. Quand même ils n'auraient point passé par cette mystérieuse Atlantide, dont l'existence est probable, les voies ne manquaient pas aux colons qui, dès les temps quaternaires, abordèrent au nouveau continent. A ce premier fond de population probablement dolichocéphale, se seraient mêlés successivement de nombreux éléments hétérogènes. Les trois grandes familles, blanche, jaune et noire, auraient fourni leur contingent (2), et par des croisements multiples produit les types américains.

M. de Nadaillac a supérieurement traité cette question dans le dernier chapitre de l'*Amérique préhistorique*. Nous entendons parfois ici combattre ses conclusions et ses arguments. Mais, franchement, on s'exprime avec tant de passion, on nie des faits si palpables, que le parti pris éclate à l'évidence. Le siège est fait.

Le seul point sur lequel M. Biart nous oblige à insister est celui des relations particulières des races mexicaines avec celles de l'ancien continent. Tout en reconnaissant, entre autres analogies, " que le calendrier toltèque présente à la fois les principes des calendriers égyptiens et des calendriers asiatiques „, il

(1) Cfr. *ibid.*, p. 571.

(2) Dans les mythes cosmogoniques des Nahoas Tonacatécuhli, le dieu suprême procréa quatre fils, dont l'un avait la peau rouge, le deuxième avait la peau noire et de mauvais instincts, le troisième possédait une peau blanche, le quatrième était un simple squelette couvert d'un peau jaune, etc.

repousse comme improbable tout contact même accidentel avec les peuples d'Asie et d'Europe. Ailleurs il est plus absolu encore (1). M. Biart dit trop ou trop peu. On pouvait se taire sur ce grave et délicat problème; mais, si on l'abordait, il fallait autre chose que la condamnation sommaire et sans preuves d'une opinion qui s'autorise de noms illustres.

Les caractères anthropologiques, les croyances, les fables théogoniques et cosmogoniques, les coutumes, les mœurs, les arts, les superstitions même et les goûts les plus étranges (2) révèlent, entre les populations du Mexique et celles du vieux monde, des ressemblances trop nombreuses pour être de simple hasard. Elles établissent, ou l'origine asiatique des Mahoas et des Otomis, ou le fait de relations suivies entre les deux continents. Quelle fut la part de chaque groupe humain dans le peuplement ou dans la civilisation des régions centrales de l'Amérique? Il serait prématuré de chercher une réponse complète et précise. Mais, où nous sommes bien fixés, c'est sur les influences mongoliques : celles de la Chine notamment ne sauraient se méconnaître.

Quand il s'agit d'origines mexicaines, ce sont toujours les Otomis qui se présentent d'abord : leur langue d'aspect si primitif, le caractère tranché de leurs usages, leur physionomie à part, l'isolement où ils vécurent dans les montagnes, nous font croire qu'ils gardèrent en son intégrité un des types primordiaux. Eh bien, leur idiome offre avec ceux de la Chine une étonnante conformité. Il représente en Amérique le groupe des langues monosyllabiques cantonnées dans l'Asie orientale. Sur la valeur de cette classification nous devons rappeler la récente conférence de M. Terrien de la Couperie, parfaitement résumée par le P. Van den Gheyn dans ses savantes revues ethnographiques (3). Mais ce n'est pas seulement par la forme syntaxique que le *hia-hiu* compte parmi les langues isolantes : son élément phonétique le rattache, lui aussi, aux idiomes transgangétiques. Les objections de M. François Pimentel n'y peuvent rien faire.

Les Otomis, ainsi que les Toltèques et les diverses peuplades de la famille nahoa employaient des caractères figuratifs, qu'ils gravaient sur la pierre ou peignaient sur du papier de maguey et sur des peaux parfaitement préparées. Or, des dix-huit signes primitifs présentés par M. de Rosny (4) pour la Chine, si l'on

(1) *Les Aztèques*, pp. 19, 112, sq.
(2) *L'Amérique préhistorique*, p. 515.
(3) *Revue des questions scientifiques*, 20 janvier 1886, pp. 332 sq.
(4) *Les Écritures hiéroglyphiques des différents peuples*, Paris 1870.

défalque les objets inconnus aux Américains, il en reste six, dit M. Orozco y Berra, égaux ou fort semblables aux caractères aztèques (1). Il serait aisé de multiplier ces comparaisons.

En Chine, comme chez les peuplades indigènes de l'Anahuac, l'écriture hiéroglyphique avait succédé aux *Quipos* (les *Qquippou* des Péruviens), cordelettes où la couleur des fils, le nombre et la distance des nœuds formaient un véritable langage. Les Chinois employèrent ce mode primitif de communication depuis Soui-jin (2). Quant au Mexique, Boturini trouva des quipos chez les Indiens de Tlaxcalla qui l'appelaient *nepohualtzitzin* (3). Plus tard, lors du soulèvement du Nouveau-Mexique, les insurgés correspondirent entre eux au moyen de cordelettes à nœuds (4). Peut-être encore est-ce le quipo qu'un voyageur a trouvé dernièrement dans la Guyane hollandaise, où le calcul du temps se marque, dit-il, par des nœuds faits à une ficelle (5).

Au point de vue de l'anthropologie, les traces du sang asiatique sont manifestes dans plusieurs de nos tribus indigènes. Nous avons vu beaucoup d'hommes au teint jaune, aux yeux fendus obliquement et déviés vers le haut par leur côté extérieur, le nez écrasé, le visage aplati, sans barbe. Et ce n'est point l'effet de croisements ou de métissages récents. L'antique idole en diorite trouvée à Ichcaquixtha (État de Puebla), des figurines de Teotihuacan, d'autres trouvées cette année même à Tula, présentent un type mongoloïde très prononcé. Parmi les têtes que nous avons recueillies aux environs de Cholula, il y en a de bien chinoises. Et ces terres cuites n'étaient pas façonnées au hasard : elles ont un tel cachet d'individualité, que nous n'hésitons pas à y voir de véritables portraits. Les petites têtes, rencontrées en nombre prodigieux dans les tumuli de San Juan Teotihuacan munies d'un appendice en forme de cou, reproduisent des physionomies bien déterminées : chaque famille conservait ainsi, dans les tertres funéraires, les images des défunts. Il ressort une conclusion analogue des trouvailles faites dernièrement par M. Hermann Strebel, près de la côte du golfe du Mexique,

(1) *Historia antigua de México*, l. I, p. 436.
(2) Cfr. Rosny, *Op. cit.*, p. 13.
(3) Boturini, *Idea de una nueva historia*, p. 85.
(4) Alf. Chavero, *Op. cit.*, p. 157.
(5) Van den Gheyn, *Bulletin ethnographique*, dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, avril 1885.

à une quinzaine de lieues de Vera-Cruz. Ces figurines peuvent donc nous fournir des indications assez précises.

Nous trouverions de nouveaux arguments en faveur d'une immigration asiatique dans les mythes cosmogoniques des Nahoas, dans la philologie comparée, dans cette suite non interrompue de monuments qui semble jalonner à travers l'ancien monde jusqu'au nouveau le chemin parcouru par une race voyageuse. Toutes les probabilités tendent dans le même sens : c'est d'Asie que tout a rayonné.

Mais en définitive, malgré ces rapprochements, qui oserait ranger l'ensemble des tribus mexicaines dans le groupe classique des Mongols? Si l'élément mongolique est entré pour une large part dans la composition des races qui peuplèrent l'Anahuac, d'autres influences ont agi à leur tour. Il n'y a point ici de races pures. La civilisation, elle aussi, se forma des épaves amenées des points les plus opposés de l'ancien continent. Pour assigner la provenance de chacune d'elles, il faudra encore bien de patientes analyses et bien des comparaisons minutieuses.

Ce que l'on peut tenir pour établi, ce sont les rapports originaires des Nahoas avec des races brachycéphales et jaunes de l'Asie. Ces Asiatiques, pendant de longs siècles, pénétrèrent dans l'Amérique du Nord, et descendirent graduellement jusqu'au Mexique actuel. On s'en convaincrait, à défaut d'autres preuves, rien qu'à voir les théories excentriques et parfois divertissantes, où quelques Américanistes se jettent à corps perdu, pour expliquer des analogies dont ils veulent *à priori* éviter les conséquences.

Il aurait fallu discuter ici quelques assertions de l'auteur des *Aztèques* sur les relations du Mexique avec l'Égypte, sur l'évangélisation précolombienne, sur les missions bouddhiques, etc. Mais ce serait écrire un livre à propos du livre de M. Biart.

Le seul point que nous voudrions toucher encore, c'est celui des peintures figuratives et de leur destruction : il circule à ce sujet des préjugés aussi anciens qu'injustes, et que M. Biart accueille un peu à la légère. Leur réfutation servira aussi à venger contre certains sceptiques la valeur de nos connaissances ethnographiques et historiques sur les Aztèques.

Pictographies mexicaines. Leur destruction.

Dans une étude ethnographique sérieuse des Nahoas, il faut tenir grand compte des monuments architectoniques. Non seu-

lement les inscriptions sculptées ou peintes sur la pierre, mais les constructions elles-mêmes nous permettent de suivre d'étape en étape le progrès et le développement de la race. C'est tout un livre aussi que les sépultures, les ossements, l'outillage, les débris industriels, les objets du culte et ces trouvailles diverses dont l'archéologie mexicaine s'enrichit incessamment. Mais les témoignages historiques directs, précis, coordonnés, ne se trouvent que dans les peintures figuratives et chez les premiers chroniqueurs qui les ont interprétées et complétées au moyen de la tradition vivante.

Il serait superflu de décrire ces pictographies, que le mémoire de M. Aubin et beaucoup d'autres travaux ont popularisées. Un mot seulement sur deux points controversés.

Les caractères de l'écriture atzèque sont, les uns purement figuratifs, représentant un objet au naturel, par son image ; les autres conventionnels. Ceux-ci, à l'aide d'un signe plus ou moins arbitraire, ou bien expriment un objet visible dont l'imitation exacte est difficile, comme lorsque la plante du pied ou la trace des pieds sur le sol signifie mouvement, fuite; ou bien rendent une idée abstraite, un être immatériel : le soleil exprime l'idée de Dieu.

A côté de ces caractères figuratifs, symboliques, idéographiques, les Mexicains employaient aussi des signes phonétiques qui peignaient uniquement le son. Un savant d'une autorité grande et justifiée (1) vient d'en contester l'existence. Entendons-nous. Un alphabet phonétique régulier, une série complète de caractères plus ou moins syllabiques, n'existe pas dans l'écriture aztèque ; mais il est aussi constaté qu'un bon nombre de signes rendaient les objets, non point par leur vraie figure, ni par un symbole convenu, mais par le nom qu'ils portaient dans l'idiome parlé. La peinture 144 du codex Vaticanus représente Antoine *Mendoza* par une taupe surmontée de la plante de maguey : *metl*, maguey, *tozan* taupe, désignent phonétiquement en aztèque le vice-roi *Mendoza*. Parce que *tetl* signifie pierre, il suffira de peindre une pierre pour exprimer le son *te*, dans quelque mot qu'il se rencontre et avec n'importe quel sens. Il en va de même pour *ma* de *maitl*, et une foule d'autres qui ont certainement une valeur phonétique.

De ce que les peintures sont de contours anguleux, d'un dessin fort incorrect et sans proportions, nous sommes surpris d'en-

(1) M. Joachim Garcia Icazbalceta.

tendre un Américaniste distingué conclure que l'art chez les Mexicains était resté en enfance. Après tout, leurs manuscrits n'étaient pas des tableaux; leurs caractères formaient de simples signes graphiques destinés à éveiller des idées. Le *tlacuilo* ou peintre, comme le *Xiuhtlacuilo,* l'annaliste, devaient, sous peine d'être illisibles, s'astreindre aux formes reçues et traditionnelles. L'art n'était peut-être pas bien avancé; mais nous pouvons assurer, qu'en dehors de l'écriture figurative, les Aztèques savaient peindre et façonner des représentations humaines nullement grotesques.

La valeur de l'écriture mexicaine a été l'objet de vifs débats. A l'admiration exagérée des uns, d'autres répondent que ce langage écrit était embrouillé, équivoque, impuissant à rendre avec précision les idées et les faits. La vérité est entre ces appréciations extrêmes. Les pictographies ne contenaient point à coup sûr de traités didactiques, ni de récits, ni d'annales détaillées, comme nous les entendons. Leur destination était tout autre. Elles servaient de points de repère, et généralement de tables chronologiques pour l'enseignement oral de l'histoire et des antiquités nationales, qui se transmettait avec un soin scrupuleux dans les familles et les écoles. D'autre part, les conquistadores et les premiers missionnaires, qui avaient eux encore la clef des hiéroglyphes, s'extasient devant ces caractères, qui expriment, disent-ils, les idées abstraites comme les objets matériels, et traduisent bien les fables cosmogoniques, les récits guerriers, les croyances et les prescriptions rituelles. Ce mode d'écriture était si familier aux Aztèques instruits, qu'ils l'employèrent même quelque temps après la conquête, et lisaient couramment, dit-on, tous les textes (1).

Nous n'en sommes pas là malheureusement. Sauf pour quelques manuscrits expliqués et traduits dès le XVIe siècle, l'interprétation est indécise, et flotte toujours un peu à la dérive, à la merci de toutes les conjectures. Sahagun et d'autres missionnaires, plus tard Siguenza, et quelques jésuites expatriés en Italie, comme Clavigero et Fabrega, parvinrent à déchiffrer l'écriture hiéroglyphique : mais leur secret se perdit et, là où leur travail fait défaut, nous sommes sur un terrain mouvant.

(1) Voyez la lettre du P. Juan de Tovar au P. José de Acosta, publiée par M. Icazbalceta. — Las Casas, *Hist. apologética,* c. 235. — Acosta, *Hist. natural de las Indias,* lib. VI, c. VII. — Orozco y Berra, *Historia antigua de México,* t. I, p. 398.

Humboldt lisait le déluge, Babel, la dispersion du genre humain, dans une peinture qui représente un modeste voyage des Aztèques dans la vallée de Mexico. Les mésaventures de ce genre ne se comptent plus.

On aurait tort pourtant de perdre courage. Après de longs tâtonnements et bien des méprises, MM. Fernandez Ramirez, Emmanuel Orozco y Berra, Chavero, pour ne citer que des savants mexicains, ont établi déjà quelques règles assez sûres, et tout fait entrevoir que ces énigmes, pour nous si intéressantes, livreront bientôt leurs secrets.

Nous n'aurions qu'à regretter plus vivement la perte de tant de trésors archéologiques et historiques, s'il est vrai, comme on l'affirme, que la plupart des pictographies mexicaines, et les meilleures, furent détruites par le zèle ignorant des premiers missionnaires. Voici comment s'exprime M. Biart (1) : " Les peintures étaient innombrables... Si ces documents eussent été recueillis et conservés, nous connaîtrions dans ses détails l'histoire des peuples de l'Anahuac. Par malheur, les premiers missionnaires... recherchèrent avec soin ces peintures pour les détruire : tous ceux dont ils purent s'emparer à Texcoco, où se trouvait la principale école de peinture, furent amoncelés sur la place du marché et impitoyablement brûlés. Les annales mexicaines furent ainsi réduites en cendre, et avec elles périt le souvenir de faits importants. „ Plus tard, " les missionnaires cherchèrent à réparer le mal et s'occupèrent de recueillir les peintures qui avaient échappé à leur vigilance. „ Juan de Zumarraga, premier évêque de Mexico, avait été le plus coupable. " Par zèle religieux, il fit une guerre implacable aux idoles et aux manuscrits idéographiques. „

Ce sont là de vieilles exagérations et des erreurs de fait qu'on ne devrait plus se permettre, après que M. Garcia Icazbalceta a épuisé la question dans son magistral ouvrage sur Juan de Zumárraga (2). Ce savant illustre, une des premières autorités du nouveau monde en fait d'érudition américaine, a parfaitement vengé le premier évêque de Mexico. A un point de vue plus général, il paraît avéré aujourd'hui que, si quelques missionnaires se sont trompés sur la valeur des pictographies aztèques, ils ne leur ont pourtant pas causé un dommage bien considéra-

(1) *Op. cit.*, p. 238.

(2) *Don Fray Juan de Zumárraga, primer Obispo y Arzobispo de México. Estudio biográfico y bibliográfico.* Mexico 1881.

ble, et qu'ils furent, de plus, les premiers à le réparer. Dans tous les cas, ils ne furent pas responsables de l'incendie de Texcoco.

L'opinion contraire, nous le savons, est profondément enracinée. Sur la foi de quelques témoignages anciens, qu'ils n'ont pas cru devoir contrôler, qu'ils ont parfois interprété à rebours, et dont ils n'ont pas, semble-t-il, aperçu les contradictions, Robertson, Clavigero, Prescott, Bancroft, Sanchez (1) et bien d'autres, nous montrent des moines ignorants, brûlant par fanatisme des montagnes de manuscrits. Ces déclamations passionnées ne résistent pas à un examen même superficiel. Sur le point qui nous occupe, les auteurs se copient manifestement, oubliant qu'un fait, pour être affirmé mille fois, n'en est pas mieux prouvé, et que les travaux de seconde main méritent, au plus, autant de crédit que les ouvrages dont ils s'inspirent.

Si M. Biart avait indiqué ses sources, il y aurait plaisir à les discuter ici. Devant son silence, nous en sommes réduit à quelques observations générales, appuyées principalement sur les récentes recherches de M. Icazbalceta.

Les documents cités contre les missionnaires ne parlent souvent que de temples ou d'idoles; les textes qui mentionnent positivement les peintures dérivent d'un très petit nombre de témoignages originaux, ceux de Duran, Sahagun, Torquemada et Ixtlilxcohitl; ou plus probablement encore ceux des indigènes qui prétendaient expliquer les hiéroglyphes. Eux-mêmes n'y voyaient guère : Ixtlilxochitl ne trouva que deux interprètes à son goût. Les autres, pour excuser leur ignorance, s'en prenaient au manque d'anciens " livres qui eussent fourni la clef des mystères. Bien entendu, leurs ancêtres possédaient ces peintures anciennes en grand nombre, mais les Espagnols avaient tout détruit (2). „

Cette accusation intéressée, ou du moins tardive, produite vers la fin du XVIe siècle, quand il y avait peu ou point de chance de la voir démentie, nous est suspecte et par son origine, et par les termes contradictoires où nous la voyons souvent formulée. Mais, où elle est en opposition flagrante avec des faits certains, c'est dans la destruction des archives texcuanes. Il nous sera facile de réduire cette légende à néant.

Fernando de Alva Ixtlilxochitl, descendant des rois de Texcoco, réduit à solliciter les faveurs du roi d'Espagne,

(1) *Anales del museo nacional de México*, pp. 1 sqq.; 47 sqq., Mexico 1877.

(2) Icazbalceta. *De la destruccion de las antiguëdades mexicanas*, pp. 56 sq., Mexico 1881.

exagérait volontiers les splendeurs de son empire disparu. Ses descriptions enthousiastes de la civilisation acolhua ne cadrent guère avec des documents contemporains d'une autorité incontestable. On ne peut lire ce qu'a publié de lui Kingsborough et d'autres œuvres restées manuscrites, sans être frappé de la contradiction de ses récits (1).

Or tel est le premier historien qui nous révèle les immenses archives texcuanes, le premier qui en impute la destruction aux missionnaires (2). Ces montagnes de documents n'ont peut-être existé que dans son imagination; mais, qu'il en soit comme l'on voudra, lui-même a pris la peine de se démentir. " Les Tlaxcaltèques et autres alliés de Cortès, dit-il au chapitre XCI de son histoire des Chichimèques, mirent le feu au palais principal du roi Nezahualpitzintli, de manière que périrent alors dans les flammes toutes les archives royales de toute la Nouvelle-Espagne..... Tout souvenir de ses antiquités périt. „ Mais alors qu'ont trouvé à détruire les prêtres catholiques ? — L'incendie de Texcoco (raconté aussi par un autre descendant de la famille royale, Jean-Baptiste Pomar) eut lieu au dernier jour de 1520 et au commencement de 1521, c'est-à-dire huit ans avant que Zumarraga débarquât au Mexique (3).

Il est triste de voir Prescott, et plus d'un auteur qu'il nous coûterait de citer ici, dénoncer le brutal et superstitieux Zumarraga comme l'incendiaire des peintures texcuanes ; puis raconter ailleurs, et cette fois sans émotion, que les Tlaxcaltèques avaient tout brûlé (4). Ces contradictions sont significatives.

M. Biart s'est donc fait, sans le vouloir, l'écho d'une calomnie : et il est heureux, comme il le dit ailleurs, que nous ne soyons pas soumis à l'ancien régime acolhua, où l'on punissait de mort les historiens inexacts.

Répondons maintenant à quelques imputations plus vagues.

Pour affirmer avec quelques écrivains, d'ailleurs estimables. que le fanatisme religieux ne fit grâce à aucune peinture ancienne, il faudrait n'avoir jamais entendu parler de la publi-

(1) Alfredo Chavero, dans *México á través de los siglos,* tom. I, p. XLVII. — Cfr. Brasseur de Bourbourg, *Lettres pour servir d'introduction à l'histoire primitive des nations civilisées de l'Amérique Septentr.*, pp. 16 et 32, notes; Mexico 1851. — Orozco y Berra, *Hist. antig.*, tom. I, p. 402.

(2) Cfr. Kingsborough, tom. IX, pp. 322 et 344.

(3) Icazbalceta, *Op. cit.*, p. 47.

(4) *Conquest of Mexico,* l. I, c. IV ; l. V, c. VII.— Icazbalceta, p. 49.

cation où lord Kingsborough engloutit sa fortune, ni des grandes bibliothèques d'Europe, ni des trésors amassés par M. Aubin à Paris (1), ni des pictographies du musée national de Mexico, ni d'autres en grand nombre que nous avons vues dans des musées de province ou dans des collections particulières. Ce n'est certes point là une quantité négligeable, et la liste déjà longue, que nous pourrions dresser sans peine, est loin d'être fermée. Des documents que l'on disait perdus sans retour reviennent à la lumière, comme le *tonalamatl* dont parle Sahagun. M. Icazbalceta (2) possède l'original d'un autre calendrier, que Mendieta croyait détruit (3). En somme, nous dit un auteur dont le témoignage ne saurait être suspect ici, il reste assez de documents originaux pour faire revivre l'ancien peuple aztèque (4).

Il en existait un plus grand nombre encore au moment même où Ixtlilxochitl et Torquemada pleuraient sur les manuscrits disparus. Nous ne saurions prendre ces lamentations bien au sérieux, quand nous voyons les chroniqueurs de cette époque ne rien avancer qu'ils n'aient pris des anciennes peintures (5). D'une correspondence du jésuite Jean de Tovar, que M. Icazbalceta nous a obligeamment fait connaître, il résulte qu'à la fin du XVIe siècle, trois villes au moins, Mexico, Texcoco et Tula, possédaient des dépôts de pictographies, et que Tovar les eut à sa disposition.

Que si tout cela est loin de représenter la masse d'œuvres produites par les Aztèques, il faut surtout s'en prendre à d'autres barbares que les missionnaires, au roi Itzcohuatl, aux Mexicains guerroyeurs, aux vandales du XIXe siècle.

Avant la conquête, « Itzcohuatl, d'accord avec sa noblesse, fit brûler les peintures historiques, afin qu'elles ne tombassent pas aux mains du vulgaire (6). »

Des guerres incessantes déchiraient l'Anahuac. Or le premier soin de l'ennemi, en pénétrant dans une place, était de détruire le temple principal, et par suite les archives qui s'y gardaient : habitude invétérée, dont ne surent se défaire les indigènes alliés de Cortès, lors de la prise de Texcoco et de Mexico. Dans les

(1) Cfr. Biart, *Les Aztèques*, p. 238.

(2) *De la destruccion de antig. mexic.*, pp. 60 sq.

(3) *Hist. eccl. indiana*, l. II, c. XIV, p. 98.

(4) Cfr. Alfredo Chavero, *México á través de los siglos*, l. I, p. XVI.

(5) Icazbalceta, p. 61. — Cfr. Sahagun, *Historia general de las cosas de Nueva España*, l. X, c. XXVII. — Cfr. Biart, *Op. cit.*, p. 41.

(6) Sahagun, l. X, c. XXIX, tom. III, pp. 140 sq.

hiéroglyphes, l'incendie du *teocalli* était le symbole de la victoire.

Instruits par ces désastres, les Mexicains finirent par cacher leurs pictographies, et celles-ci, à la mort des dépositaires, devenaient introuvables. On en était là, quand arrivèrent les premiers religieux.

Rien n'eût survécu peut-être sans les bibliothèques monastiques qui recueillirent à grande peine et à grands frais tout ce que l'on put découvrir. Plus tard, lors des derniers troubles religieux, ces trésors passèrent, pour une bonne part, en des mains négligentes ou cupides, qui les laissèrent périr ou les vendirent à l'étranger. Qu'est devenu le fameux *lienzo de Tlaxcalla*, et cet itinéraire hiéroglyphique, de tous le plus ancien comme le plus authentique, qui avait passé du collège des jésuites au musée national ? Qui a dispersé l'incomparable collection Boturini ? La dilapidation se fit par quelques-uns de ceux-là mêmes qui avaient le plus bruyamment accusé les missionnaires de la perte des pictographies et qui, du reste, ne songeaient à en étudier aucune.

Que reste-t-il à la charge des franciscains et des dominicains ? Naturellement ils ne durent pas tolérer les divinités peintes sur toile ou sur papier. L'existence de ces singulières idoles, rarement signalées par les auteurs modernes, est un fait acquis (1).

Eux-mêmes avouent avoir brûlé d'autres peintures, celles qui contenaient des divinations ou des sortilèges. Auront-ils parfois prêté un caractère idolâtrique à de simples annales? C'est fort possible, mais le dommage n'a pu être fort considérable, ni par le nombre, ni par la valeur des documents. Les grands dépôts n'existaient plus; quant aux pièces isolées, les missionnaires comprirent bien vite quel intérêt elles pouvaient offrir. Dès 1534, et bien avant peut-être, ils les recherchaient avidement, étudiaient le codice Zumárraga, quoique tout souillé de sang humain et, un peu plus tard, adressaient au concile de Trente, par l'évêque de Mexico, un mémoire sur les antiquités mexicaines (2).

(1) Cfr. Toribio de Motolinía, *Hist. de los Indios de Nueva-España*, trat. I, c. IV. — Herrera, decad. III, l. II, c. 15. — Cfr. Mendieta, I. II, c. VIII, p. 88. Nous croyons voir aussi une allusion dans la fameuse lettre que Zumarraga adressa au chapitre général de son ordre en 1531, et dont M. Icazbalceta, avec son érudition si sûre, a indiqué les vingt et une éditions et établi le texte original.

(2) Icazbalceta, *loc. cit.*, pp. 59 sq.

Aucun écrivain sérieux ne le conteste aujourd'hui, et M. Biart moins que personne : ce que nous savons des antiquités mexicaines, nous en sommes redevables aux premiers religieux. S'entourant des indigènes les plus instruits, recueillant les débris des archives, les chants sacrés, les harangues, toutes les traditions, ils nous ont fourni, avec d'inappréciables documents, l'unique moyen de les comprendre. Sans eux, les hiéroglyphes mexicains seraient un livre fermé, une énigme aussi indéchiffrable que les katunes mayas. Là où ils nous manquent, comme nous l'avons vu récemment pour une peinture figurative, aucun Champollion n'a trouvé jusqu'ici une solution qui satisfasse pleinement (1). Si ces pionniers de la première heure n'avaient eu le tort d'être prêtres et espagnols, c'eût été depuis longtemps un blasphème historique que de mettre en doute leur science et leur zèle.

Nous n'avons qu'un mot à dire sur un autre reproche qu'on leur fait souvent avec plus de chaleur que de justice, celui de n'avoir pas épargné les idoles ni les temples. Ces murs de pierres ou de briques creuses, couverts d'épaisses croûtes de sang, infects, hideux (2), n'offraient peut-être pas grand intérêt historique. Il n'était pas aisé non plus de les conserver en les désaffectant. Et, si leur destruction était indispensable pour inspirer l'horreur des boucheries humaines et d'un culte abominable, il ne faut point y trouver à redire. Surtout quand on voit Mexico démolir périodiquement quelque " bastille „, renverser des hospices qui pouvaient éveiller des idées " superstitieuses „, et, pour accommoder un temple catholique au culte baptiste, mutiler des chefs-d'œuvre de sculpture. N'oublions pas non plus que, les *Teocalli* étant de véritables forteresses, les Espagnols n'auraient pas consenti à les laisser debout. Ils disparurent donc, mais sans scandale, lentement et avec le concours empressé de beaucoup d'indigènes.

Il périt aussi beaucoup de statues. Les missionnaires, qui après tout n'étaient pas venus pour monter des musées, apprirent par expérience que, sans faire la guerre aux idoles, il était impossible d'en finir avec l'ancien culte (3). Si les sacrifices

(1) Icazbalceta, pp. 63 sqq.

(2) Un témoin oculaire, qui est la sincérité même, Bernal Diaz, nous a laissé du grand Teocalli de Mexico une description plus horrible encore que celle que donne M. Biart. Il parle notamment de ces ossuaires répugnants que les Aztèques nommaient *trompantli*. — Cfr. Tezozomoc, *Crónica mexicana*, cap. LXX, édition Vigil, pp. 514 sqq. — Biart, p. 100. — Icazbalceta, pp. 40 sqq.

(3) Icazbalceta, p. 43.

humains continuaient à se pratiquer, c'était précisément autour de ces odieuses statues, restées debout et chaque jour barbouillées de sang (1). Le *Tlaloc*, qu'à tort ou à raison l'on dit renversé par Zumarraga, s'était vu immoler plus de vingt mille enfants. Les autres idoles furent mises en pièces dans la mesure qui parut indispensable. A un assez bon nombre de ces images, à celles sans doute qui pouvaient se garder sans péril, il fut fait grâce; et, quand l'auteur des *Aztèques* écrit qu'il est difficile d'en trouver une aujourd'hui (2), il copie, sans la contrôler, l'assertion d'un historien inexact. Actuellement encore, les musées du Mexique possèdent le panthéon aztèque au complet, ou peu s'en faut, et chacun de ces dieux y figure avec ses multiples représentations (3). Au résumé, il est temps d'en finir avec cette sotte invention de moines incendiaires et iconoclastes. On n'y peut souscrire sans violer au premier chef les lois de la critique. Sans doute l'accusation est ancienne et a été surtout répétée; mais il n'y a pas prescription dans l'histoire, et déjà les meilleurs esprits adhèrent au jugement qui a réhabilité Zumarraga et très notablement diminué les torts de ses collègues. Si, par zèle religieux, ils brûlèrent quelques peintures figuratives aztèques, cette erreur ne dura guère et fut bientôt réparée au prix de laborieuses recherches. Eux-mêmes nous ont transmis de précieux monuments.

Ils ont fait mieux encore que de conserver les antiquités, la langue (4) et les traditions aztèques. C'est la race elle-même qu'ils ont sauvée. Sans le courage de Zumarraga, Las Casas, Olmos, Toribio de Motolinia et bien d'autres, les Aztèques ne seraient plus, comme les tribus indigènes des États-Unis, qu'un débris, qu'un souvenir, au lieu d'être, ce que nous les voyons aujourd'hui, une race forte, compacte et qui peut aspirer encore à de glorieuses destinées.

A. Gerste, S. J.

Puebla, juillet 1886.

(1) Motolinía, trat. I, c. III.
(2) P. 246.
(3) Cfr. Chavero, *Op. cit.*, p. XX.
(4) Les précieux travaux linguistiques, grammaires, vocabulaires et autres, composés par les missionnaires, sont décrits par M. C. Pilling dans ses *Proof-Sheets of a bibliography of the languages of the North-American Indians* Washington 1885, publié par le *Smithsonian Institution, Bureau of ethnology.*

VIII

Linguistisch-historische Forschungen zur Handelsgeschichte und Warenkunde, von Dr O. Schrader. Erster Teil. — Iena, Hermann Costenoble, 1886. In-8°, pp. XII-291.

Nous avons fait connaître autrefois l'ouvrage du Dr Schrader sur l'ancienne civilisation des Aryas, étudiée à la lumière de la philologie comparée (1). Le savant auteur a poussé plus avant ses recherches et, afin de refaire dans ses grandes lignes le tableau de l'état social des anciens peuples, il a entrepris d'étudier les origines du commerce et de l'industrie dans le monde aryen primitif. Assurément, ce sujet constitue l'un des côtés les plus intéressants et les plus importants de l'histoire des sociétés et il s'impose à toute l'attention de l'ethnographe. Voilà pourquoi nous n'hésitons pas à signaler aux lecteurs de la *Revue* le nouveau travail du professeur d'Iéna, qui du reste cite avec honneur notre appréciation sur son précédent essai parmi celles des principaux critiques dont il a rencontré l'adhésion.

Jetons d'abord un coup d'œil d'ensemble. Dans une dissertation préliminaire, le Dr Schrader expose les origines du commerce sur terre et sur mer, il étudie la terminologie commerciale, recherche le développement de la monnaie, des poids et des mesures. Après cette introduction, l'auteur aborde son sujet dans une série de monographies dont ce volume, qui doit être suivi d'un second, donne la première. Elle a trait à l'industrie du vêtement : un premier chapitre examine l'importance civilisatrice du tissage, un second est consacré à sa terminologie, dans un troisième, nous apprenons tous les détails concernant la culture et l'emploi préhistorique du lin, du chanvre, de la laine et du coton, enfin M. Schrader termine par une curieuse étude sur le trafic de la soie et ses migrations d'Asie en Europe.

Nous sommes heureux de pouvoir donner à la nouvelle œuvre du Dr Schrader les mêmes éloges qu'à son précédent ouvrage, et d'y signaler une égale justesse de vues, autant de rigueur dans les principes et non moins de prudence et de modération scientifique dans les assertions. Et, cette fois, sans réserve aucune pour la plupart des questions traitées.

(1) *Revue des quest. scient.*, t. XV, p. 284.

Justifions cette appréciation par l'examen de quelques détails et une synthèse sommaire des principaux résultats que les recherches de M. Schrader apportent à l'ethnographie primitive.

En ce qui concerne le tissage par exemple, il ressort de l'examen des différents termes qui expriment ce concept dans les langues aryennes que primitivement cette industrie se distinguait peu de l'art du cordier dont elle n'est, du reste, qu'une extension. En effet, on peut établir une série de mots qui, de nuances en nuances, partent de l'idée de tresser, corder, pour arriver à celle de tisser. Toutefois, l'argument linguistique, à cause des divergences et surtout à cause du groupement des termes différents, est insuffisant pour démontrer que l'industrie du tissage était pratiquée par les Aryas primitifs. Heureusement, l'archéologie supplée à cette insuffisance ; car elle atteste que le fuseau, l'instrument principal du tissage, remonte aux premières époques. On l'a retrouvé dans les palafittes de Suisse, même dans celles qui datent de l'âge de la pierre, dans les terramares de la vallée du Pô, dans les nécropoles d'Hissarlik.

M. Schrader, à propos des plantes textiles dont se servaient nos premiers ancêtres, revient sur le caractère peu primitif du chanvre, et s'efforce de réfuter une objection que lui adressait notre précédent compte rendu. Pour infirmer l'identification établie par lui entre les habitants des cités lacustres et les Aryas, nous observions que le chanvre, inconnu aux constructeurs des palafittes, paraît, à s'en tenir aux déductions linguistiques, avoir été cultivé au temps de l'unité aryenne (1). En effet, les termes sont partout identiques, κάννα βις, *konop, haenep, hanaf, canib, kanab, kanaph, kaneph* (2); et nous terminions en citant le sanscrit *kanapa*. M. Schrader fait remarquer, et très justement, que ce mot sanscrit n'existe pas (3) : nous lui donnons volontiers acte de cette rectification. Mais la conclusion tirée par lui ne nous paraît pas inéluctable, car l'accord des termes européens cités, avec le persan *kanab* et l'arménien *kanaph* garde toute sa valeur pour inférer l'emploi préhistorique du chanvre. Sans doute, M. Schrader n'admet pas la primitive parenté de ces différents mots ; comme il ne donne aucune raison de ses défiances, nous nous croyons en droit de ne pas nous rendre à une simple

(1) *Revue des quest. scient.*, t. XV, p. 288.

(2) Fick, *Vergl. Wörterb. der indogerm. Sprachen*, 2e éd., p. 346.

(3) Du moins pas dans le sens de chanvre. Car *kanapa* est un mot sanscrit désignant une espèce de lance, cfr *Mahâbhârata*, III, 810.

affirmation. Nous ne comprenons pas non plus comment la thèse de l'origine asiatique des Aryas est contredite par le témoignage de M. de Candolle qui enseigne l'indigénéité de *Cannabis sativa* au sud de la Caspienne, en Sibérie, dans les steppes des Kirghizes et sur les rives du lac Baïkal (1). M. Schrader trouve cette orientation trop peu précise. Sans doute elle ne permettrait pas de fixer entre des limites très définies le berceau des Aryas; mais assurément elle ne contredit pas, elle confirme de tout point la provenance asiatique.

Avec le chanvre et le lin, le coton ne tarda pas à être travaillé pour les tissus. Mais cette industrie semble avoir été restreinte à l'Inde, les produits que l'on a retrouvés en Égypte, par exemple les bouffettes en coton qui ornent la cuirasse du roi Amasis, en Syrie et en Palestine sont certainement exportés. On oppose l'hébreu *shêsh;* or ce terme est emprunté à l'Égypte et, dans l'idiome de Misraïm, il désigne une espèce de lin : autant faut-il en dire du syriaque *bûz*, d'où est venu le grec βύσσος. En effet *bûz* sert à dénommer le lin, et c'est seulement au IIe siècle de notre ère que le terme grec βύσσος a servi à désigner le coton. C'est encore le cas des expressions grecques χιτών et ὀθόνων qui sont, l'une, d'origine arabe, *quthn* (2), l'autre phénicienne, et qui, après avoir signifié " lin ", ont acquis beaucoup plus tard (au Ier siècle après J.-C.) le sens de coton.

Ce sont les conquêtes d'Alexandre le Grand qui semblent avoir introduit en Europe le tissage du coton, et de cette époque date le changement de sens que les récents classiques consignent pour les noms de vêtements. Il n'est pas impossible de tracer la voie commerciale que suivait l'exportation du coton, de l'Inde jusqu'en Europe : elle semble avoir passé par l'Arabie et l'Égypte, comme l'insinue le groupe linguistique *karpâsa* (sanscrit), devenu en arabe *korsofah* et transformé finalement en *gossypium* (latin). Le terme latin *carbasus* qui est l'équivalent exact du sanscrit *karpâsa* est postérieur, il ne pénétra chez les Romains que vers le commencement du IIe siècle avant notre ère.

Résumons de la même façon les déductions générales, qui se dégagent de l'intéressante étude consacrée par le Dr Schrader à l'origine de la sériciculture.

(1) *Der Ursprung der Kulturpflanzen*, pp. 183-185.

(2) De là le mot français *coton*, en bas latin du moyen âge *cotonum, coto;* en germanique *kattun*, en roumain *kutnie*.

C'est en Chine que les plus anciens monuments constatent la plus antique mise en œuvre des cocons du *Bombyx mori*. Les recherches entreprises dans le but d'établir si les peuples classiques ont connu et imité cette industrie chinoise sont restées infructueuses. D'autre part on sait que, dès l'époque d'Aristote, les Grecs connaissaient plusieurs espèces de vers à soie. Surtout ceux de l'île de Cos étaient renommés et les *vestes coæ* et *bombycinæ* donnaient lieu à un grand commerce. L'Inde aussi était un centre actif de sériciculture comme en témoigne sa littérature ; malheureusement, la chronologie incertaine de l'histoire indienne ne fournit aucune donnée pour préciser l'époque à laquelle remontent les premières origines de cette industrie dans la presqu'île gangétique. Il n'est pas impossible que les Indiens soient en ce point tributaires des Chinois, s'il faut ajouter quelque importance au terme *cînânçuka* qui en sanscrit désigne la soie.

C'est un siècle avant l'ère chrétienne que les Romains arrivent à connaître la soie des Chinois. Ces deux peuples furent en effet quelque temps en contact, alors que l'empire romain se fut étendu jusqu'au delà de la Syrie et que la Chine dominait aux rives de l'Oxus. Le terme *sericum*, qui paraît dérivé du mogol *sirkek*, et le peuple des *Sères*, avec leur pays *Serica*, sont les témoins de l'emprunt fait par Rome à la Chine.

Un point qu'il nous paraît encore intéressant de relever dans le livre du Dr Schrader, c'est l'influence prépondérante que la Germanie a eue sur la France en ce qui concerne la navigation. Cette influence est nettement démontrée par les nombreux termes d'origine germanique qui se rencontrent dans le vocabulaire français de la marine. La *flotte* doit son origine à l'ancien-norrois *floti*, l'*esquif* vient de l'ancien haut-allemand *scif*. C'est encore du norrois que sont issus les *bateaux* (norrois *bátr*) et la *barque* (norrois *barki)*; la *pinque* (navire à fond plat) porte un nom essentiellement germaniqne *(pinke, pink)*. Pour abréger, nous réunissons les autres mots apparentés dans le tableau suivant :

Mât (portug. *mastro)*	=	norrois *mastr*.
Hune	=	norrois *húnn*.
Cingler (espagn. *singlar)*	=	anc. ht all. *ségel*.
Quille	=	„ „ *chiol*.
Bord	=	„ „ *bort*.
Laste (poids de deux tonnes)	=	*hlast, hlest, läst*.
Frêt	=	*frêht, vracht*.
Amarrer	=	*merren, marrjan*.

Nous arrêtons là ce rapide aperçu de l'ouvrage du Dr Schrader. Ce que nous en avons dit a pu donner une idée de l'intérêt des questions qui y sont agitées et de l'érudition étendue avec laquelle l'auteur a réussi à les traiter.

J. G.

IX

Ungedruckte wissenschaftliche Correspondenz zwischen Johann Kepler und Herwart von Hohenburg, 1599. Ergänzung zu *Kepleri Opera omnia*, ed. Chr. Frisch. Nach den Mss. in München und Pulkowa edirt von C. Anschütz, S. J. Separatabdruck aus den Sitzungsberichten der Königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Prag. In Commission bei Victor Dietz in Altenburg (Sachsen-A.) 1886. Une brochure grand in-8° de 118 pages et une planche.

Voici, d'après l'introduction du savant éditeur, l'objet de cette publication. L'éditeur des *Opera omnia* de Képler, Chr. v. Frisch (mort le 29 mars 1881), conjecturait que Képler avait écrit en mars, mai et juillet 1599 des lettres au chancelier bavarois Herwart von Hohenbourg. Mais, par suite d'une lacune du catalogue des manuscrits, il n'avait pu découvrir ces lettres, qui se trouvaient pourtant à la bibliothèque de Munich, dans le Cod. lat. 1607. Le R.P.C. Anschütz, S. J. a mis la main sur les trois lettres de Képler en examinant le manuscrit 1607, et il vient de les publier dans les bulletins de la Société royale des sciences de Bohême.

La première, datée du 9 et du 10 avril, est une réponse à une lettre de Herwart du 10 mars. La seconde est du 30 mai et est aussi une réponse à une lettre du chancelier bavarois du 16 mai. Celui-ci écrit encore à Képler le 20 juillet; Képler lui envoie sa troisième lettre le 6 août; enfin une lettre plus courte de Herwart du 29 du même mois (*Kepleri Opp.*, V, p. 20) termine cette correspondance.

Les trois lettres de Képler sont plus riches en renseignements de tout genre que ne l'avait conjecturé Frisch, d'après les réponses de Herwart. Képler s'y occupe de diverses questions de chronologie, de la déclinaison de l'aiguille aimantée, de

la réfraction astronomique, du calcul des éclipses, des systèmes de Copernic et de Ticho-Brahé, d'astrologie, etc. Képler n'épargne pas les éloges à Ticho-Brahé, mais il se déclare partisan des idées de Copernic : observons, en passant, qu'il confond à tort le système de Copernic avec celui des Pythagoriciens ou plutôt de Philolaüs, comme on l'a fait souvent depuis Copernic, qui pourtant n'est pas tombé dans cette erreur. Képler appelle l'astrologie une fille folle de l'astronomie, mais une fille qui empêche sa mère de mourir de faim ; d'ailleurs, comme le prouvent encore les trois lettres publiées par le P. Anschütz, il n'est pas sans croire, dans une certaine mesure, à cette science illusoire. Il la défend contre les attaques de Herwart au nom d'analogies géométriques existant entre la musique et l'astrologie. Les idées mystiques de Képler sur ce sujet et sur les rapports de la musique avec le système du monde sont le premier germe de son plus célèbre ouvrage : *Harmonia mundi*.

Le supplément aux œuvres de Képler publié par le R. P. Anschütz semble digne du monument élevé par Frisch à la gloire du grand astronome allemand. Nous venons de résumer l'introduction (pp. 3-9). Les lettres de Képler occupent 63 pages (pp. 10-33; 34-53; 53-74). Viennent ensuite les nombreuses notes explicatives de l'éditeur, en petit texte (pp. 75-109), enfin un *Index rerum et auctorum* fait avec le plus grand soin (111-118) (1).

P. M.

X

Langue mandarine du nord. Guide de la conversation français-anglais-chinois, contenant un vocabulaire et des dialogues familiers, par le R. P. Séraphin Couvreur de la compagnie de Jésus, missionnaire au Tcheu-li S. E. — Ho-kien-fou, imprimerie de la mission catholique, 1886. 1 vol. grand in-8°, pp. XII-204.

Le R. P. Couvreur publiait naguère, à l'imprimerie catholique

(1) Signalons ici, aux amateurs d'histoire de l'astronomie, un autre travail du R.P. Anschütz : *Ueber die Entdeckung der Variation und der jährlichen Gleichung des Mondes*, dans le journal de Schlömilch (Hist. lit. Abtheilung, t. XXXI, pp. 168-171, 202-218 ; XXXII, pp. 1-15) qui se rattache à la publication que nous annonçons. Il y prouve que Ticho-Brahé a trouvé la variation de la lune, mais non l'équation annuelle ; cette dernière découverte est due *essentiellement* à Képler, qui en parle dans les lettres à Herwart plus clairement que partout ailleurs.

de Ho-kien-fou, un *Dictionnaire français-chinois contenant les expressions les plus usitées de la langue mandarine.* Les lettrés du céleste empire, les savants anglais et les sinologues les plus distingués ont envoyé à l'auteur leurs félicitations chaleureuses avec des témoignages flatteurs d'admiration. C'est à la suite de cette importante publication que le missionnaire écrivain a été nommé membre de l'Académie anglo-américaine de Pékin, et que, par une faveur singulière, l'Institut de France lui a décerné le prix Stanislas Julien.

Travailleur infatigable, le P. Couvreur a publié, il y a quelques mois, un nouvel ouvrage d'une utilité peut-être encore plus grande, savoir : un *Guide de la conversation français-anglais-chinois.*

A Shang-hai les Anglais ont déjà introduit ce livre dans leurs maisons d'éducation. Le directeur général des douanes, M. Hart, a vivement applaudi à la publication du *Guide,* et il l'a immédiatement adopté pour l'école d'interprètes qu'il a établie à Pékin.

L'auteur a choisi la *langue mandarine,* particulièrement en usage dans les provinces septentrionales de l'empire du milieu. " La langue mandarine, lisons-nous dans la préface du *Guide,* est la langue familière non seulement des officiers du gouvernement et de toutes les personnes instruites, mais aussi des quatre cinquièmes de la population. Elle se divise en trois dialectes principaux : le dialecte de Tch'eng-tou-fou dans le Seu-tch'oen, le dialecte de Nankin et celui de Pékin. Ce dernier, étant la langue de la cour impériale, est en vogue dans tout l'empire. L'étudiant, comme le dit M. Wade, peut se tenir assuré que, s'il possède bien le langage du nord, partout où il rencontrera des Chinois parlant le mandarin, il les comprendra et s'en fera comprendre sans difficulté. "

En tête du livre (pp. I-VII), un tableau synoptique donne les *sons,* figurés à l'européenne et d'après le système de M. Wade, l'illustre sinologue anglais. Mais, les *sons* franchement distincts étant peu nombreux, l'accent seul peut dans beaucoup de cas en préciser le sens. De plus, dans chaque caractère on distingue la racine ou *mère,* et la notation du son, de laquelle dépend très souvent la signification du mot. Et ici, il est aisé de le concevoir, les étrangers rencontrent des difficultés sérieuses; c'est pourquoi l'auteur a présenté une étude courte, mais claire et exacte, des cinq *tons* et des *traits* qui les marquent (1).

(1) *Guide,* pp. X et suiv.

Pour faciliter la prononciation, il essaie de déterminer la valeur des sons, et de les représenter d'une manière aussi parfaite que possible, suivant l'orthographe française et conformément à l'usage des lexicographes chinois (pp. VII-XI).

Après cette introduction nécessaire, commence le Guide proprement dit. Ce Guide est fait sur le modèle de ceux que nous employons pour l'étude des langues européennes. En voici les trois divisions principales : le *Vocabulaire,* un choix de *Phrases usuelles,* un recueil de *Dialogues.*

Au *Vocabulaire* (pp. 1-68), chaque page est partagée en quatre colonnes : la première contient un mot français, parfois une expression; la seconde en donne la traduction anglaise; dans la troisième, se lisent les caractères chinois; et dans la quatrième, la manière de les prononcer. Cette disposition est conservée au cours de tout l'ouvrage. L'auteur a beaucoup restreint le nombre des mots, et a évité les interminables nomenclatures que trop de Guides de conversation affectionnent; il a préféré les termes les plus en usage dans une conversation *chinoise*, et il s'est préoccupé en premier lieu du soin de suivre un ordre simple et logique. C'est dire qu'il a rendu son *Vocabulaire* avant tout pratique et aussi commode à manier qu'un dictionnaire. Inutile de s'arrêter au détail des diverses classes de mots et de leurs subdivisions destinées à diminuer les recherches : la table des matières rend, à cet égard, tous les services désirables.

Les *Phrases usuelles* (pp. 69-115) forment la seconde partie de l'ouvrage. C'était, en quelque façon, un complément obligé de la partie précédente, nécessairement plus sèche et plus difficile à la lecture. Pendant un séjour de quinze années dans le pays, le P. Couvreur a recueilli les expressions familières, les tournures locales et tous les idiotismes. Non content de les soumettre au contrôle des lettrés chinois, dont plusieurs sont initiés aux langues de l'Europe, il a encore voulu en vérifier par lui-même la correction et l'exactitude sur les monuments littéraires en style simple. Remarquons, en outre, que l'écrivain a su éviter ici un double écueil, en rejetant d'une part les phrases banales, pauvres de sens et d'à-propos, afin d'adopter celles-là seules qu'il reconnaissait de mise en bonne compagnie; d'autre part, en évitant les formes hyperboliques et toute recherche outrée. Aussi, les *Phrases usuelles* nous paraissent le morceau capital du livre.

La troisième partie, renfermant les *Dialogues* (pp. 116-192), doit avoir été l'objet d'un travail pénible et de recherches

patientes. On la voudrait réduite à des proportions moins considérables : quelques-uns de ces dialogues font à certains endroits double emploi avec les phrases usuelles; plusieurs nous semblent trop étendus et surchargés de détails. Il est juste de convenir toutefois que les appréciations d'un critique placé uniquement au point de vue européen perdent peut-être toute leur valeur au sentiment des habitants de la Chine; aussi, n'est-ce que sous réserve que nous hasardons notre opinion. Quatre pages de proverbes familiers (pp. 193-196) terminent le recueil des dialogues.

A tout prendre donc, le *Vocabulaire*, les *Phrases usuelles* et les *Dialogues*, ces trois grandes parties du Guide, constituent une œuvre de mérite, une œuvre d'une utilité incontestable. Français et Anglais peuvent s'en servir avec une égale facilité. Autre avantage fort appréciable, il n'est nullement nécessaire, pour l'employer, d'avoir appris à déchiffrer l'écriture mandarine. L'auteur, en effet, écrit à côté de chaque terme, de chaque expression, la manière de les prononcer. C'est aplanir aux étrangers les difficultés presque insurmontables que leur offre la lecture du chinois; car, on le sait, cette langue n'a pas d'alphabet : tous les caractères se rapportent à deux cent quatorze racines, qui se distinguent entre elles uniquement par le nombre de traits; une seule racine en compte parfois dix-sept. La combinaison de ces formes-mères multiplie le nombre des traits, et, jointe aux exigences de l'accentuation et de la phonétique, elle complique singulièrement la lecture des mots.

Comme dans son Dictionnaire français-chinois, le P. Couvreur place à la fin du Guide quatre tableaux indiquant *les poids et les mesures* du pays, la *division du temps*, le *cycle* de soixante ans et la *division de l'année en vingt-quatre parties*. Les Chinois divisent le jour en douze heures *chêu-tch'ênn*, dont chacune équivaut à deux des nôtres, et se subdivise en huit *k'ŏ*. Ils les représentent par douze caractères.

Ces douze caractères horaires, nommés *ti-tchēu*, se combinent avec dix autres, qu'on appelle *t'iēn-kān*, pour former le cycle de soixante ans. Aux douze lettres des heures correspondent les noms de douze animaux, qui servent aussi à marquer les années. Ainsi, pour demander à un Chinois quel est son âge, rien n'est plus ordinaire que de dire : " Quel animal désigne l'année de votre naissance? „ Et il répondra : " C'est le bœuf, ou c'est le dragon. etc. „ (1).

(1) *Guide*, p. 198.

L'année 1886, dans cette supputation, est marquée par *K'iuèn*, le nom du chien; et le nom du porc, *Tchōu* désignera l'année 1887 (1).

Quant aux vingt-quatre parties de l'année, elles se règlent sur les phénomènes de la nature, auxquels elles empruntent d'ailleurs leur dénomination (2).

C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, que les mois de la première saison chinoise s'appellent : *commencement du printemps* (5 février), *eau de pluie* (19 février), *réveil des insectes* (5 mars), *équinoxe* (20 mars), *lumière pure* (5 avril) et *pluie des céréales* (20 avril).

Deux mots encore touchant l'exécution typographique. Bien qu'il cherchât avant tout à favoriser la diffusion de son ouvrage et à publier une édition modeste, le P. Couvreur a veillé avec un soin tout particulier à obtenir une grande correction du texte, la netteté du tirage et une disposition extérieure parfaite. Chaque caractère chinois a tous les traits distincts et bien dessinés : on entrevoit, à l'ensemble de ces détails encore, quelle attention et quelle persévérance il a fallu pour arriver à un si beau résultat. Mais la critique fera un reproche à l'auteur d'avoir choisi le format grand in-8° pour un livre dont beaucoup en Chine aimeront à faire leur *vade-mecum*.

J. L.

XI

Du bien au point de vue ontologique et moral, dissertation pour le doctorat en philosophie selon saint Thomas, par Léon De Lantsheere, docteur en droit. Louvain, 1886.

L'université de Louvain vient de créer son second docteur en philosophie selon saint Thomas. En décembre dernier, M. Léon De Lantsheere soutenait, pour l'obtention de ce grade, une série de thèses sur les problèmes les plus élevés de la philosophie et présentait en même temps une dissertation, dont nous voulons dire un mot.

En exposant et développant les enseignements du Docteur

(1) *Ibid.*, p. 199. — (2) *Ibid.*, p. 200.

angélique sur le bien au point de vue ontologique et moral, M. De Lantsheere, à côté des questions propres à la scolastique, accorde une large part à la réfutation de certaines théories de Kant. Est-ce pour ce motif que des critiques ont écrit : " Cette dissertation n'a rien de scolastique „ ? L'auteur cependant s'était expliqué à ce sujet ; car il nous prévient dans sa préface que : " Montrer comment les mêmes problèmes, les mêmes données sont à la base de la philosophie scolastique et de la philosophie de Kant, faire saisir exactement dans la marche dialectique de celui-ci le paralogisme, la pétition de principe, l'hypothèse hasardée qui le font dévier de la vérité, placer par là même les solutions de l'école dans une lumière plus vive par le contraste „, tel est le point de vue spécial auquel il a voulu se placer. Le champ de la scolastique a étendu ses frontières au delà des limites que les âges passés semblaient lui tracer; car, du moment qu'on défend contre Victor Cousin l'immutabilité de la vérité, on comprend que la vraie et la saine philosophie renferme, dans ses invariables principes, la condamnation de tous les systèmes qui s'en séparent.

Au chapitre premier, M. De Lantsheere soulève et résout le problème des causes finales : la notion du bien repose en effet sur celle de la fin. La fin, ce n'est pas seulement le but d'une action, c'est encore et surtout le but conçu d'abord et réalisé ensuite dans nos actes. Mais dans quel sens faut-il appliquer cette notion de fin aux êtres? Les êtres doivent être distingués en deux grandes classes : les uns, doués de connaissance, agissent certainement et visiblement pour des fins qu'eux-mêmes se proposent; les autres, privés de raison, sont dirigés par une fin connue au sens matériel. Mais y a-t-il dans la nature des fins poursuivies? D'après l'hypothèse du pur mécanisme, professé par Démocrite et Empédocle, et devenu la base du matérialisme et de l'évolutionnisme contemporains, les agents naturels agissent sous la seule impulsion des causes efficientes antérieures. Saint Thomas, au contraire, en divers endroits, résout le problème en recourant à l'influence d'une cause finale, qui dirige et met en action ces causes efficientes. Les arguments en faveur de cette thèse permettent à l'auteur de conclure : " Tous les êtres sont régis par la loi de la finalité : ce vaste ensemble du monde matériel et spirituel est fait en vue d'une fin à laquelle sont subordonnées, et d'après laquelle sont délimitées les fins et les activités particulières des êtres. „

La question, au chapitre II, se restreint à l'homme, chez qui la

fin est consciente. Tous les êtres se développent dans le sens de leur nature, et l'être, en tant qu'il a avec la tendance d'un autre être la relation transcendentale de convenance, s'appelle le bien. C'est assez dire qu'*au point de vue logique,* le bien, comme l'unité, la vérité, n'est qu'une des faces particulières de l'idée d'être : c'est l'être en tant qu'il est conforme à la tendance naturelle.

Avant de donner la signification ontologique de l'idée du bien, M. De Lantsheere a eu à cœur de répondre aux reproches formulés par Kant contre les notions transcendentales, telles qu'Aristote les a déduites et formées.

Si l'on se rappelle comment naît en nous l'idée du bien, on verra aussitôt que, pris ontologiquement, le bien et l'être se confondent. Les arguments de saint Thomas le prouvent surabondamment ; on pourrait même l'établir d'une manière générale en étudiant la hiérarchie ontologique : à chaque degré d'être, la chose existante est bonne, et nous ne lui refusons ce prédicat que lorsque nous avons en face de nous un non-être sous quelque rapport. La conclusion qui s'en dégage, — elle fut d'ailleurs de tout temps celle de la scolastique, — c'est qu'il faut admettre au sommet des choses, comme explication et cause nécessaire, un être qui soit tel sous tous les rapports, sans aucun mélange de puissance ou de non-être. On voit quelle corrélation intime unit les idées de fin, de bien et de perfection.

Dans la seconde partie du travail (chapitre III), on considère le bien au point de vue moral. La théorie de la bonté des choses se lie étroitement à celle de la bonté de la vie, qui en somme est toute la morale.

Depuis Aristote déjà la distinction, supposée ou admise par tous les systèmes de morale, a été établie entre les biens honnêtes, agréables et utiles. Il nous faut maintenant passer à l'examen des principes fondamentaux de la morale et de leurs rapports avec l'idée du bien.

Qu'est-ce qui détermine un objet à être moralement bon? Est-ce la législation autonome de la volonté, comme le veut Kant, ou bien est-ce l'objet lui-même qui s'arroge l'autorité qu'il veut faire subir à notre faculté appétitive? Cette solution, qui est celle du Docteur angélique, donne à la morale un caractère objectif. Au sommet de toutes les motions de la volonté, vient se placer la motion nécessaire de la volonté vers la béatitude : dès lors, un objet ne deviendra capable de déterminer notre volonté que pour autant qu'il sera en connexion avec l'objet nécessaire immédiat. Cette connexion était-elle nécessaire elle-

même, alors apparaîtra le devoir, dont l'explication dernière se trouve dans la nécessité naturelle et absolue de vouloir le bien infini, total, qui est Dieu. Nous voyons donc la règle suprême des actes humains dans la tendance nécessaire qui nous pousse vers la contemplation de l'objet infini, et par conséquent vers notre bonheur.

M. De Lantsheere, à la fin de sa dissertation, examine et discute longuement la valeur des objections que Kant oppose à la doctrine scolastique, appelée par lui l'hétéronomie de la volonté. Cette partie polémique du travail mérite toute attention et tout éloge: elle montre l'opportunité des études scolastiques, à l'heure où le mouvement philosophique actuel en Allemagne, dans ses représentants les plus sérieux, revient évidemment au point de départ que lui a donné autrefois le philosophe de Kœnigsberg. Cette discussion témoigne chez l'auteur d'un esprit de critique impartiale et judicieuse et d'une connaissance approfondie de la philosophie kantienne.

Nous ajouterons volontiers en finissant, que, scolastique pour le fond, — nous espérons l'avoir montré, — cette dissertation l'est aussi pour la forme : elle n'est pas en effet œuvre de vulgarisation. Ceux qui croiraient devoir s'en plaindre ne devront pas oublier qu'écrite en vue d'un doctorat la thèse de M. De Lantsheere, dans sa forme un peu sévère, servait pleinement le but de l'auteur.

Abbé Gabriel Vanden Gheyn.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE

—

Carte préhistorique de la Tunisie (1). — M. le Dr Collignon a présenté au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, qui s'est tenu cette année à Nancy, une carte préhistorique de la Tunisie, qui confirme ce que l'on savait déjà des instruments de pierre du nord de l'Afrique. Les types moustériens y sont très répandus. A Gafsa, M. Collignon aurait observé un gisement moustérien reposant sur un poudingue à coups-de-poing chelléens. L'industrie néolithique est représentée à Gabès et dans les environs de Sbeitha, où l'on trouve des pointes de flèches en nombre considérable.

Les mégalithes de la Nièvre (2). — D'après la commission des monuments mégalithiques, il y aurait dans la Nièvre 12 dolmens et 10 menhirs. M. le Dr Jacquinot, qui connaît

(1) *Matériaux pour l'hist. primit. et naturelle de l'homme*, sept. 1886, p. 461.
(2) *Bullet. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 3e série, t. IX, p. 323.

bien son département, déclare qu'on n'y trouve ni dolmens, ni menhirs, mais seulement ce qu'il appelle des pierres à sacrifices, au nombre d'une quinzaine environ. Ce sont de gros blocs de granit, sur lesquels on constate des cavités artificielles. Chacun d'eux porte une figure humaine de grandeur naturelle, grossièrement taillée en creux, entourée de 6 ou 8 bassins plus petits. M. Jacquinot rattache ces pierres aux rites druidiques.

L'origine du bronze et de l'étain (1). — On sait que, d'après le système imaginé par M. de Mortillet, la découverte du bronze aurait été faite dans l'Inde, et les premiers instruments de bronze seraient venus de ce pays à une époque préhistorique, antérieure à toutes les données de l'histoire. M. de Mortillet a naturellement cherché à étayer ce système sur des faits. Pour obtenir du bronze, il faut avoir à sa disposition les deux métaux constituants, le cuivre et l'étain. Or si le cuivre est assez abondant et d'extraction facile aussi bien en Europe qu'en Asie, il n'en est pas de même de l'étain, d'après M. de Mortillet. Tous les gisements de l'Europe auraient été impropres à alimenter l'industrie de l'âge du bronze. Il n'y a que ceux de Banca et de Malacca, les plus riches du monde, qui aient pu satisfaire aux besoins des peuples préhistoriques ou protohistoriques. A ce premier argument, M. de Mortillet ajoute des considérations d'un autre ordre : l'étroitesse des poignées de sabres et d'outils de l'âge du bronze ; l'usage de sistres analogues à ceux de l'Inde moderne ; des motifs d'ornementation comme le swastika ; la coutume de la crémation, qui s'est répandue en Occident en même temps que l'industrie du bronze.

Mme Clémence Royer s'est appliquée à démolir ce système pièce à pièce ; ce qui ne lui a pas coûté beaucoup de peine, tant l'édifice était léger. Mais encore fallait-il faire justice d'une doctrine que M. de Mortillet a réussi à faire accepter de bien des gens, au moyen de ses livres et de son enseignement. Le professeur de l'École d'anthropologie de Paris, d'après Mme Royer, ne tient pas assez compte de l'importance des gisements d'étain européens, et notamment de ceux d'Angleterre, d'Espagne, de Bohême et de Saxe. Mais Mme Royer tombe dans un système opposé à celui de M. de Mortillet et qui n'est pas plus soutenable. D'après elle, l'industrie du bronze serait venue d'Espagne.

(1) *Bullet. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 3e série, t. IX, pp. 290, 306.

On sait que Mme Royer s'est donné la tâche de prendre en toute circonstance le contre-pied des traditions qui désignent l'Orient comme le point de départ des races et des civilisations européennes. Faire naître l'industrie métallurgique à l'extrême Occident devait la tenter. Elle établit d'après les données de la linguistique que la connaissance du bronze est postérieure à la dispersion des Aryas, à leur expansion en Europe, mais antérieure à leur arrivée dans l'Inde. Les Latins, les Slaves, les Grecs ont des mots différents pour désigner l'étain. Il en est de même pour le cuivre. En sanscrit, le vocable du cuivre, *Tamra*, se rapporte à notre mot airain, ce qui prouverait que les Aryas de l'Inde ont connu d'abord le cuivre sous forme d'alliage. L'airain fut pendant longtemps un mot générique pour désigner le métal, bronze, cuivre ou fer. Il est resté chez les Anglo-Saxons et les Celtes comme le vocable du fer, iron, eisern, eisarn. Après la découverte du fer, il y eut pour l'airain un autre vocable ; on l'appela le bronze, et les Latins donnèrent au fer un nom spécial, *ferrum*, *ferreus*. Sans aller chercher l'origine du bronze en Espagne avec Mme Royer, dans l'Inde avec M. de Mortillet, nous savons par les sources historiques de l'antiquité, que l'étain était exploité de toute ancienneté dans l'Ibérie caucasienne. Les Éraniens de la Susiane, du bassin du Tigre et de l'Euphrate, tiraient ce métal de la Géorgie et du Kurdistan. Tout récemment, à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, M. Pavet de Courteille faisait remarquer que, dans la langue turque, le mot qui désigne l'étain n'est emprunté à aucune autre langue ; que par conséquent il faudrait s'assurer s'il n'y a pas des mines d'étain dans la région de l'Altaï, lieu d'habitation primitif de la race turque. D'après M. d'Hervey de Saint-Denys, l'étain était connu en Chine dès le XIIe siècle avant J.-C. Des témoignages certains disent que les mines d'étain étaient dans les montagnes du Thibet oriental. Le mot étain, de la langue chinoise, qui se prononce *si*, a tous les caractères de la plus haute antiquité. Il est donc bien possible qu'avant d'être exploité à Banca et à Malacca, l'étain ait été connu simultanément sur différents points de l'Asie orientale et occidentale. En ce qui concerne l'âge du bronze européen, il semble que les régions caucasiennes, voisines de l'Arménie, sont suffisamment désignées par les traditions antiques comme le point de départ d'où cette industrie s'est répandue en Occident.

Il est naturel de penser que le bronze a été inventé dans les localités où l'on trouve à la fois le cuivre et l'étain. Or on sait que

souvent les filons d'étain deviennent en profondeur des mines de cuivre ou réciproquement. C'est ce qui se produit, par exemple, dans les Cornouailles. N'est-ce pas à cette circonstance que fut due l'idée première de la combinaison des deux métaux? Il n'y aurait qu'à chercher si pareil fait ne se présente pas dans les régions de l'Asie occidentale désignées plus haut. Cela viendrait à l'appui de la tradition.

Mme Clémence Royer réfute également les arguments empruntés par M. de Mortillet à l'ethnographie de l'âge de bronze. La petitesse des poignées d'épées, d'outils ainsi que des bracelets, ne prouve rien en faveur de leur origine étrangère. Car, en définitive, les Européens s'en servaient tels qu'ils étaient, et s'ils s'en servaient, c'est qu'ils les trouvaient à la mesure de leurs mains et de leurs bras. Il y avait donc de petites mains en Europe comme aux Indes.

Quant au swastika, c'est un signe aryen; or les Aryas ne sont allés dans l'Inde que deux mille ans au plus avant notre ère, tandis que le bronze et le swastika sont bien plus anciennement connus en Occident (?). Le signe du swastika ne nous est pas plus venu de l'Inde que le bronze.

Il en est de même du sistre, connu des Égyptiens bien avant qu'il y eût des Aryas dans l'Inde. Les Aryas peuvent avoir emprunté le titinnabulum aux bacchantes de Dyonisios, aux pleureuses d'Adonaï, aux Curètes, aux Corybantes de Phrygie et de Crète, aux initiés de Phrygie, aux pythonisses de Delphes, etc. Notre âge du bronze n'est pas plus ancien que les vieilles civilisations de l'Égypte et de la Chaldée et que les peuples protohistoriques qu'on vit apparaître à l'origine de l'histoire sur le pourtour de la Méditerranée. Les préhistoriens ont fait fausse route en le refoulant dans un passé inconnu séparé par un abîme des temps historiques. Les progrès de l'archéologie orientale tendent, au contraire, de plus en plus, à rapprocher les distances.

Même observation à propos de l'incinération. Rien ne prouve qu'elle fût d'usage ancien dans l'Inde. Tous les textes qui en parlent sont récents. Il est douteux qu'elle y soit antérieure au code de Manou et à la guerre de Troie, époque à laquelle les Pélasges, les Hellènes, les Étrusques la pratiquaient depuis longtemps.

En résumé, comme le fait très bien remarquer Mme Royer, il n'y a pas un des arguments de M. de Mortillet en faveur de l'origine indienne du bronze qui ne se retourne contre son hypothèse.

L'origine du verre (1). — M. de Mortillet est-il plus heureux quand il cherche à établir l'origine du verre ? Le verre est encore inconnu pendant l'âge de la pierre européen ; on commence à le rencontrer à l'âge du bronze. Ce sont d'abord des perles de verre opaque, comparable, dit-il, à des laitiers. Dès qu'on a fondu des minerais, on a dû produire des laitiers. Il s'en est trouvé qui avaient de vives couleurs. On s'en est servi pour l'ornementation. M. de Mortillet présente à l'appui de sa thèse des laitiers modernes rapportés d'une fonderie de fer des Eyzies. Il y aurait bien quelque réserve à faire à ce sujet. On donne le nom de *laitiers* à des silicates doubles d'alumine et de chaux, obtenus dans la fabrication moderne du fer. Les anciens métallurgistes n'employaient pas la chaux comme fondant des minerais de fer, et les résidus de leurs opérations sont des scories noires et opaques très riches en fer, très impropres à l'ornementation. Il devait en être de même des scories des premiers métallurgistes de l'âge du bronze. Que la production des scories ait donné l'idée de fondre des matières siliceuses pour l'ornementation, c'est possible ; mais cela ne constituait pas des laitiers dans le sens exact du mot. Quelques analyses nous en apprendraient plus long à ce sujet que des hypothèses. Dans tous les cas le verre transparent est d'invention beaucoup plus récente. Son introduction en Gaule ne date que de l'époque romaine.

La dolichocéphalie anormale par synostose prématurée de la suture sagittale (2). — Sous ce litre MM. Manouvrier et Chantre ont présenté à la Société d'anthropologie de Lyon d'ingénieuses observations. La synostose prématurée d'une suture est un obstacle à l'accroissement du crâne dans le sens perpendiculaire à cette suture. La synostose de la sagittale entraîne la dolichocéphalie, qui est anormale dans le cas de synostose prématurée. “ Dans beaucoup de cas la dolichocéphalie ne serait donc plus, comme on l'a cru généralement jusque-là, un caractère ethnique ; elle serait due à une cause purement pathologique. „ Il faut tenir compte de ces effets anormaux dans l'étude d'une population, car ils peuvent modifier sensiblement les moyennes.

La mâchoire de la Naulette (3). — La fameuse mâchoire

(1) *Bulletin. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 8e série, t. IX, p. 261.
(2) *Matériaux*, oct. 1886, p. 511.
(3) *Revue d'anthrop.*, 15e année, 3e fascicule, juillet 1886.

de la Naulette, découverte en 1864 par M. Édouard Dupont dans une caverne de la commune de Furfooz, a servi, comme l'on sait, de thème aux partisans de l'origine simienne de l'homme qui ont prétendu y trouver un grand nombre de caractères d'infériorité dont quelques-uns seraient simiens. M. Topinard est venu étudier cette pièce à Bruxelles, et le résultat de son examen tend à modifier certaines idées ayant cours. Ainsi la mâchoire de la Naulette offre un prognathisme interne, modéré, c'est un caractère négroïde, non simien. L'arcade alvéolaire n'est pas convergente, comme on l'a dit, mais divergente, parabolique, très humaine. On a parlé de l'absence d'apophyses géni. C'est une erreur. La pièce était mal lavée quand on a dit cela. Elle présente de magnifiques fosses digastriques. Le menton est très fuyant, mais très humain. Si elle offre quelques dispositions simiennes, aucune d'elles n'a de valeur absolue. Tel est, par exemple, le bourrelet ou promontoire génien, analogue à celui du type courant des anthropoïdes, mais qui peut se rencontrer aussi dans toutes les races. Tels sont aussi l'épaisseur du corps de l'os par rapport à sa hauteur, l'accroissement de volume des grosses molaires d'avant en arrière, etc. Le témoignage de M. Topinard est bon à enregistrer.

La série paléoethnologique des ossements primatiens (1). — M. Salmon n'y regarde pas de si près. D'après lui, on peut établir, depuis les singes tertiaires jnsqu'à l'homme moderne, une série continue où la mâchoire de la Naulette figure un des types de passage. " A ceux, dit-il, qui traiteraient l'entreprise de prématurée, il est facile de répondre que les lacunes de ce cadre intéressant seront comblées au fur et à mesure des découvertes.„ C'est en effet très facile et très simple. Cela supprime les difficultés. Mais M. Salmon demande en faveur de sa théorie un vote de confiance, qu'on pourrait bien ne pas lui accorder si facilement, en l'absence de preuves.

Les sépultures à deux degrés et les rites funéraires de l'âge de la pierre (2). — M. Salmon déclare qu'il n'existe pas de sépulture de l'époque quaternaire. Ce n'est pas l'avis de

(1) *Matériaux*, oct. 1886, p. 482.
(2) *Matériaux*, sept. 1886, p. 441 et aussi *Revue d'anthropologie*, 15 juill. 1886.

M. Cartailhac. On ne sait rien, dit-il, des rites funéraires de l'époque de Chelles et du Moustier. Mais, à partir de l'époque de Solutré, il y a des sépultures parfaitement authentiques. Après avoir passé les faits en revue, il conclut à un rite très constant et très bien défini, qui consistait à décharner d'abord les corps, et à transporter ensuite les ossements dans les grottes sépulcrales, où leur présence n'excluait pas l'habitation. Cette coutume est encore très répandue actuellement. Elle commence à l'époque quaternaire, se conserve pendant celle de la pierre polie, jusqu'au moment où apparaît en Europe l'usage de la crémation, qui fut usitée longtemps avant l'ère métallique. Cela permettait de former de vastes ossuaires qui tombèrent en désuétude après les débuts de l'âge du bronze, mais pas complètement, puisqu'on en trouve encore des exemples. Tantôt les ossements sont enterrés pêle-mêle, tantôt les ligaments retenaient encore les os dans leur connexion naturelle. On a trouvé parfois des ossements peints en rouge, ce qui ne laisse aucun doute sur la coutume du décharnement. Cette peinture funèbre se pratique encore en Australie. Beaucoup de dolmens sont percés d'un trou trop étroit pour laisser passer un corps entier, mais suffisant pour y introduire des os détachés. Les perforations crâniennes posthumes, dont on a relevé tant d'exemples, servaient à nettoyer l'intérieur du crâne ou à le porter en guise de relique.

La date de l'âge du renne à Genève (1). — Le lac de Genève atteignait autrefois un niveau bien plus élevé qu'aujourd'hui. Il est actuellement à la cote de 372 mètres, tandis que ses terrasses anciennes s'élèvent jusqu'à 798^{m} d'altitude. Or, à la cote 451^{m} on trouve une terrasse supportant un éboulis du Salève avec débris de l'âge du renne. De l'autre côté du lac, on relève, à la même cote, un fait absolument identique. D'autre part, on connaît le niveau d'une terrasse renfermant des antiquités romaines, notamment une monnaie de Valentinien, et l'on constate que depuis cette époque (364-375), le niveau du lac a baissé de cinq mètres. M. le Dr Gosse estime qu'il y aurait là les éléments d'un chronomètre naturel. Tenant compte des travaux faits pour abaisser artificiellement le niveau du lac, il évalue l'abaissement naturel à $0^{m},40$ par siècle. Étant donné le niveau

(1) *Matériaux*, sept. 1886, p. 464.

de l'âge du renne, il se serait écoulé, depuis cette époque, 18 280 ans. Malheureusement, ce chronomètre a le défaut de tous les chronomètres naturels. Il repose sur des faits dont la régularité est très problématique. Il est même certain que l'énergie des agents naturels ayant varié depuis l'époque du renne, l'abaissement du plan d'eau a dû se faire d'une manière irrégulière, comme l'indiquent d'ailleurs les terrasses, signes certains de temps d'arrêt dans la marche du phénomène.

La grotte de Montgaudier (1). — Jusqu'à présent il a semblé que les gravures d'un caractère artistique, rencontrées dans des gisements quaternaires, n'appartenaient qu'à la fin des temps quaternaires, alors que les animaux de races ou d'espèces éteintes avaient en grande partie disparu. Cependant, en 1865, M. l'abbé Bourgeois avait signalé deux os avec des gravures représentant des animaux, trouvés dans la grotte de la Chaise, au milieu d'une couche à *Rhinoceros tichorhinus* et à *Ursus spelæus*. On éleva des doutes sur l'exactitude de cette observation, et l'on pensa qu'elle devait, dans tous les cas, s'expliquer par un remaniement du sol. Il y a quelques mois, M. Albert Gaudry présenta à l'Académie des sciences un bâton de commandement orné de remarquables gravures, trouvé par M. Eugène Paignon, dans la grotte de Montgaudier (Charente) et dans des circonstances qui confirment l'observation de M. l'abbé Bourgeois.

La grotte de Montgaudier a servi d'habitation à l'homme pendant un long espace de temps, comme l'indique une accumulation de 12 mètres de limon, rempli des débris de son industrie du sommet à la base. Ce remplissage est formé de zones superposées bien distinctes, alternant avec des foyers et des cendres. M. Gaudry a fait opérer, en sa présence, des fouilles au niveau où avait été trouvé ce bâton de commandement. On découvrit, devant lui et M. Paignon, deux morceaux d'ivoire avec des gravures, une côte d'aurochs également travaillée, de nombreux éclats de silex dont plusieurs ont été retouchés, des restes de *Felis spelæus*, d'*Hyæna spelæa*, d'*Ursus spelæus*, de renne, de *Cervus canadensis*, de *Rhinoceros tichorhinus*, etc.

A $1^{m},10$ plus bas, les mêmes fouilles ont fait découvrir encore des silex taillés, des poinçons en os, un harpon barbelé comme

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CIII, 22 nov. 1886.

ceux de la Madeleine, des os concassés de renne, de bison et de cheval, etc. " Par leur multitude, dit M. Gaudry, ces débris donnent aux foyers inférieurs une telle ressemblance avec les foyers de la fin des âges du renne, que, si on ne les voyait nettement en place au-dessous des limons où abondent les os des grandes races éteintes, on risquerait de les croire plus récents. „ Voilà des résultats très importants, au point de vue de la classification quaternaire, et qui bouleversent certaines théories prématurées.

Les trépanations préhistoriques (1). — En 1873, M. le Dr Prunières présentait à l'Association française pour l'avancement des sciences, réunie à Lyon, une rondelle osseuse plus grande qu'une pièce de cinq francs, taillée dans un pariétal humain de l'âge de la pierre polie. Depuis cette époque, les découvertes du même genre se sont multipliées et M. de Nadaillac, dans un mémoire récent, lu à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, a groupé tous les faits qui se rapportent à cette intéressante question. Depuis l'époque de la pierre polie, l'usage de la trépanation se rencontre un peu partout, aussi bien en Amérique que dans l'ancien monde. L'opération se pratiquait soit pendant la vie, soit après la mort. Dans le premier cas, elle avait un but thérapeutique; dans le second, elle devait être, d'après M. de Nadaillac, une pratique religieuse. Le savant auteur tire de ces faits des conclusions intéressantes sur l'état social des races qui les ont pratiqués. Des opérations si délicates indiquent une grande habileté chirurgicale. Elles seraient incompatibles avec les habitudes nomades; elles révèlent des croyances religieuses et affirment l'unité morale et intellectuelle des races humaines. On a vu précédemment que, d'après M. Cartailhac, les trépanations posthumes auraient eu aussi pour but de faciliter le nettoyage intérieur des crânes.

Les races néolithiques (2). — La grotte des Beaumes-Chaudes, étudiée et fouillée par M. le Dr Prunières, renfermait le plus vaste ossuaire néolithique connu. M. Prunières en a extrait les restes de plus de 300 sujets. M. Topinard comparant les crânes des Beaumes-Chaudes à ceux de la grotte de l'Homme-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, tirage à part, 1886.

(2) *Revue d'anthropologie*, 15e année, 2e fascicule, 1886.

Mort (Lozère) tire de cet examen les conclusions qui suivent :

Il a dû exister dans le sud de la France, à l'âge du renne, une race sauvage misérable, dont les restes n'ont pas encore été retrouvés.

La race de *Cro-Magnon*, à la même époque, était la race relativement supérieure. Elle serait le produit du croisement de cette race sauvage avec une autre race qui pourrait bien être la race blonde, de haute taille et dolichocéphale, qui plus tard a joué un rôle considérable.

La race de l'*Homme-Mort* serait également une race croisée, le produit des deux races paléolithiques précédentes avec la population intervenue à l'époque néolithique. Sa parenté avec celle de Cro-Magnon ne serait donc qu'incomplète.

La race des Beaumes-Chaudes aurait la même origine, mais avec une proportion plus forte de la race sauvage de l'âge du renne.

La race qui prédomine dans la plupart des stations néolithiques, grottes de Baye, dolmens, etc., est la race sauvage de l'âge du renne. C'est elle qui donne à un grand nombre de crânes de l'époque néolithique et du groupe ultérieur méditerranéen cette physionomie si frappante que Broca qualifiait de type de la pierre polie. „

Un rapport archéologique entre l'ancien et le nouveau continent (1). — M. Putnam a communiqué, au commencement de 1886, à la Société historique du Massachusetts une note sur une série de celts, haches, ornements en jadéite, trouvés dans les sépultures du Nicaragua et du Costa-Rica. Ces objets proviennent particulièrement des fouilles du Dr Flint. Ils ont la même pesanteur spécifique et la même couleur que les objets en jadéite de provenance asiatique. Comme il n'y a pas de gisement connu de cette substance en Amérique, M. Putnam pense qu'ils ont été apportés tout travaillés d'Asie. M. le Bon de Baye conclut de ces faits que des émigrations se seraient produites vers la même époque d'Asie en Europe et en Amérique.

Essai d'interprétation d'un des monuments de Copan (Honduras) (2). — Voici encore un de ces rapports qui

(1) *Matériaux*, oct. 1886, p. 477.
(2) *Soc. de géographie de Paris*, 2 juil. 1886; et *Matériaux*, oct. 1886, p. 497.

paraissent se multiplier entre l'Amérique et l'Europe. M. Hamy, étudiant un des monuments de Copan, croit y reconnaître le tracé d'un symbole chinois, connu sous le nom de Taï-ki. Le Taï-ki, suivant l'école de Tchou-li, est le grand absolu, le modèle, la source de toute chose, l'essence de tous les êtres. C'est seulement sous la dynastie de Song (1126-1278 de notre ère) que la doctrine qui fait de ce symbole le principe de toute chose a commencé à se répandre en Chine. C'est donc au XIIIe siècle, au plus tôt, qu'on devrait faire remonter le monument de Copan.

A propos de la communication précédente, faite à la Société de géographie de Paris, M. de Quatrefages, qui ne doute pas du peuplement de l'Amérique par le vieux monde, a rappelé que de Guignes a signalé le premier les rapports entre les bouddhistes d'Asie et les populations américaines, antérieurs à Christophe Colomb. Les Chinois sont arrivés en Amérique vers le IVe ou le Ve siècle de notre ère.

Les colliers de pierre trouvés à Puerto-Rico et en Écosse (1). — De son côté M. Beauvois appelle l'attention sur la similitude de colliers de pierre trouvés en Amérique à San-Juan de Puerto-Rico, par M. Georges Latimer, et d'autres du même genre rencontrés en Écosse dans les Highlands, près d'Inverness, décrits par M. Wilson. On dirait de petits colliers de chevaux. Mais il n'y avait pas de chevaux en Amérique avant Christophe Colomb. Faut-il donc chercher dans l'ancien monde le prototype des colliers de Puerto-Rico ? " On peut voir dans ceux-ci, dit M. Beauvois, des vestiges des relations des anciens Celtes avec l'Amérique, relations attestées non seulement par les Sagas, les vies de Saints, les légendes, mais encore par une série de faits archéologiques. „ On a rapproché aussi ces colliers d'objets mexicains, également en pierre, mais en forme de fer à cheval.

La Guadeloupe préhistorique (2). — M. de Nadaillac fait encore ressortir, à propos de la collection Guesde, recueillie à la Guadeloupe et décrite par M. Otis T. Mason, l'analogie de l'âge de pierre américain avec l'âge de pierre dans le vieux monde. Les ancêtres des Caraïbes des grandes et petites Antilles, se servaient de hachettes polies à simple ou double tranchant, de lan-

(1) *Matériaux,* août 1886, p. 388.
(2) *Matériaux,* août 1886, p. 373.

ces, de casse-têtes, de mortiers et de pilons soit en roches locales, soit en roches étrangères, jade, jadéite, marbre ou silex. Il y a beaucoup d'objets en bois dans la collection Guesde : ce qui indique bien qu'il ne s'agit pas de temps préhistoriques fort reculés.

La pierre de Lénape (1). — Nous sommes encore en Amérique.La pierre de Lénape est un de ces ornements des guerriers indiens, *gorget stone*, qu'on trouve souvent sur la poitrine des squelettes. " Celle-ci, nous apprend M. de Nadaillac, représente un mammouth. Il s'approche d'un village indien dont on prétend découvrir les wigwams à travers les sapins. Quatre hommes se présentent devant le monstre. L'un d'eux tient un arc, et la flèche qu'il vient de décocher entre dans le flanc de l'éléphant. Plus loin se tient un autre guerrier avec une couronne de plumes. Un troisième est assis et semble fumer sa pipe, tandis que le quatrième gisant sous les pieds de l'animal irrité est écrasé sous son poids. Le soleil, la lune et les étoiles président au combat, et les éclats de la foudre viennent frapper le mammouth, au moment où tout va disparaître devant lui. „ C'est la représentation d'une vieille légende qui a cours chez les Léni-Lénapes, les Delaware et la plupart des tribus indiennes. M. de Nadaillac ne doute pas de l'authenticité de la pierre en question trouvée en 1872 par un jeune laboureur. Il y voit une preuve nouvelle que les éléphants ont vécu avec l'homme en Amérique, à une époque peu reculée.

L'origine du langage (2). — Au dernier congrès de l'Association américaine pour l'avancement des sciences, M. Horatio Hale a présenté un travail sur l'origine du langage, dont il fait une question purement anthropologique. Les linguistes ont classé les langues humaines en un certain nombre de familles qui forment des groupes irréductibles entre eux. Comment expliquer ces différences profondes des familles linguistiques ? D'après M. Hale, la solution de cette difficulté consiste dans l'instinct propre à tous les enfants de fabriquer une langue pour leur usage. Que deux jeunes enfants, principalement des

(1) *Bullet. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 3e série, t. IX, p. 118.

(2) *Proceedings of the American Associat. for the advancement of science*, vol. XXXV, Buffalo 1886.

jumeaux, soient laissés seuls ensemble et séparés de leurs aînés, il n'est pas rare de leur voir créer une langue qu'eux seuls comprennent. M. Hale en cite plusieurs exemples qui mériteraient peut-être d'être contrôlés. Il est même arrivé, paraît-il, aux parents ou aux bonnes de ces enfants de se familiariser avec le dialecte de leurs nourrissons, et de parvenir à le comprendre sinon à le parler. Supposons maintenant, aux temps primitifs de l'humanité, un couple émigrant au loin avec de jeunes enfants, les parents surpris par la mort et les enfants restant seuls, abandonnés à eux-mêmes ; ils se trouveront dans les conditions rapportées ci-dessus, et l'on pourra voir une langue nouvelle naître de toutes pièces. Voilà pour l'origine des familles linguistiques ; mais comment le langage lui-même a-t-il commencé ? M. Horatio Hale, se basant sur les caractères faussement attribués à la mâchoire de la Naulette, admet avec l'école de M. de Mortillet, que l'homme quaternaire des temps primitifs ne parlait pas ; plus tard, à l'époque de Cro-Magnon, l'homme aurait acquis tout à coup la parole, par suite du développement de la troisième circonvolution frontale gauche du cerveau, où Broca localisait la faculté du langage articulé. Cela se serait produit il y a une dizaine de mille ans tout au plus, dans quelque oasis de l'Arabie, et l'on trouverait encore aujourd'hui la survivance du langage primitif dans la famille chamito-sémitique. Cette doctrine soulève une foule d'objections qu'il serait trop long d'examiner. Constatons seulement que le fait qui sert de base à l'hypothèse évolutionniste de M. Hale, l'absence des apophyses géni à la mâchoire de la Naulette, est aujourd'hui reconnu faux.

Le cerveau de Gambetta (1). — Le cerveau de Gambetta a comparu devant la Société d'anthropologie de Paris. MM. Chudzinski et Mathias Duval en ont présenté une description détaillée. Au point de vue morphologique, il offrait quelques particularités remarquables. D'abord le grand développement de la troisième circonvolution frontale gauche, ce qui ne doit pas surprendre chez un avocat et confirme les observations de Broca; puis la complication du lobule quadrilatère droit et le faible développement du lobe occipital, notamment du côté droit. « Je dirais volontiers, conclut M. Raoul Duval, que ce cerveau me paraît beau en ce que ses plis, malgré leur complexité, présentent, dans

(1) *Bullet. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, t. IX, 3e série, pp. 129 et 399.

leur disposition, une régularité en quelque sorte schématique. „ Mais voici le revers de la médaille. Le poids total du cerveau du fameux politicien était de 1246 grammes, chiffre de beaucoup inférieur à la moyenne, qui est de 1360 gr. M. Mathias Duval, surpris par ce résultat, pense qu'il faut encore réunir des matériaux avant de porter un jugement définitif pour ou contre la théorie du poids cérébral, telle qu'elle est actuellement admise par les anthropologistes, à savoir que le poids du cerveau est en rapport avec l'intelligence. M. Sanson est du même avis. “ Il y a lieu d'être désagréablement impressionné, s'écrie-t-il, quand on entend qualifier d'exceptionnels à la loi qui régit le rapport entre le poids du cerveau et le développement de l'intelligence, des faits comme ceux qui viennent d'être communiqués. Comment ! voilà un homme dont la puissance intellectuelle supérieure ne peut évidemment être mise en doute par personne (?)... et dont le cerveau avait un poids inférieur de beaucoup à celui qui est admis comme moyenne ! C'est qu'il n'y a aucun rapport entre le poids du cerveau et l'intelligence. Le cas de Gambetta, fût-il seul, suffirait à l'affirmer. „ M. Manouvrier, lui, n'est pas disposé à faire du sentiment à propos de Gambetta. Il ose répliquer que le cas de Gambetta confirme la règle ; que, si son cerveau pèse peu, c'est que son intelligence, brillante sous certains rapports, était incomplète sous d'autres. On voulait mêler la politique à la science. M. Manouvrier rétablit les droits de cette dernière.

A. Arcelin.

PHYSIQUE

—

Vitesse de propagation de la lumière. — Deux savants américains, MM. Michelson et Newcomb, ont déterminé récemment, dans des conditions d'exactitude plus grandes que celles qui avaient été réalisées jusqu'ici, la valeur de la propagation de la lumière.

C'est à Galilée que l'on doit la première idée d'une méthode propre à évaluer cette vitesse de propagation. L'astronome florentin proposait de placer deux expérimentateurs, munis de lanternes allumées, en deux points éloignés A et B. Les lanternes étaient couvertes au début de l'expérience, l'expérimentateur A devait découvrir sa lanterne à un moment donné, et l'expérimentateur B en faire autant à l'instant où il apercevrait la lumière envoyée par la lanterne A. L'expérimentateur A était chargé d'apprécier l'intervalle de temps compris entre le moment où il découvrait sa lanterne et le moment où il apercevait la lumière de la lanterne B. Dans la pensée de Galilée, cet intervalle de temps était égal au temps employé par la lumière pour aller de A en B et revenir en A. Mais, de fait, cet intervalle renferme, en outre, les temps qui séparent la perception visuelle de l'impression faite sur la rétine, ainsi que le temps compris entre la perception visuelle et le mouvement imprimé aux muscles du bras de l'observateur B. Or, au point de vue relatif, ces temps forment une partie considérable du temps total que l'expérimentateur A a charge d'apprécier.

La méthode suggérée par le fondateur de la physique moderne fut réalisée, avec toute la perfection dont elle est susceptible, d'abord par M. Fizeau, puis par M. Cornu.

Les dispositions expérimentales adoptées par M. Fizeau dans ses célèbres expériences sont connues.

Deux lunettes étaient installées à huit kilomètres environ de distance et dirigées l'une vers l'autre. Lorsque cette direction commune avait été donnée aux deux lunettes, l'image de l'objectif de chacune d'elles vu de face, se faisait très nettement au foyer de l'autre. Une petite lame transparente à faces parallèles, faisant office de miroir, était placée dans le tube oculaire de la première lunette entre l'oculaire et le foyer principal de l'objectif. Cette lame était inclinée à 45° sur l'axe de la lunette. Un miroir métallique avait été établi à l'extrémité du tube de la seconde lunette dans le plan focal principal de l'objectif. L'axe de ce miroir coïncidait avec celui de la lunette.

Dans le voisinage de la première lunette se trouvait une lentille d'éclairage ayant son axe dirigé perpendiculairement à l'axe de la lunette. Cette lentille recevait par l'ouverture rectangulaire d'un diaphragme la lumière d'une lampe et la faisait converger, grâce à la réflexion subie par les rayons sur la petite lame transparente à faces parallèles, au foyer principal de l'objectif de la lunette.

Une roue dentée pouvant tourner autour d'un axe parallèle à l'axe de la lunette avait été disposée au foyer principal de manière à ce que les dents vinssent passer successivement par le point focal durant la rotation. Par cette disposition, la ligne centrale de l'image de l'ouverture du diaphragme coïncidait tantôt avec quelqu'un des rayons de la roue dentée aboutissant à l'intervalle compris entre deux dents consécutives, tantôt avec quelqu'un des rayons aboutissant à une dent. Lorsque dans la rotation de la roue la ligne centrale de l'image de l'ouverture du diaphragme coïncidait avec quelqu'un des rayons aboutissant à l'intervalle compris entre deux dents consécutives, les rayons émis par l'image pouvaient, du moins en partie, traverser l'objectif de la première lunette, sortir parallèlement à l'axe de l'instrument, parcourir la distance comprise entre les deux lunettes, traverser en se réfractant l'objectif de la seconde lunette, puis, après s'être concentrés au foyer principal de cet objectif et y avoir été réfléchis par le miroir métallique mentionné ci-dessus, parcourir une seconde fois la distance comprise entre ce miroir et l'objectif de la première lunette et, après réfraction, aller concourir de nouveau au point de départ. Quand au contraire la ligne centrale de l'image de l'ouverture du diaphragme coïncidait avec un rayon de la roue aboutissant à quelque dent, tout le rayonnement de cette ligne centrale sur la seconde lunette était arrêté.

Les rayons émanés de l'image de l'ouverture du diaphragme et concentrés au retour dans le plan focal principal de la première lunette pouvaient donc, eu égard au mouvement de la roue, faire image à la fin de leur parcours, ou bien dans l'intervalle compris entre deux dents consécutives, ou bien à la surface de quelque dent. Dans le premier cas, un observateur regardant par l'oculaire de la lunette apercevait au foyer principal de l'objectif, sous forme de point, une petite image lumineuse; dans le second cas, la perception visuelle de l'image lumineuse cessait pour l'observateur.

Il est aisé de voir que la disparition de l'image lumineuse a lieu lorsque le déplacement angulaire de la roue, pendant le temps que la lumière met à parcourir le double de la distance comprise entre les foyers principaux des deux lunettes, équivaut à une fois, trois fois, cinq fois.... la grandeur angulaire d'une dent de la roue.

Voici la suite des phénomènes que l'on observe à l'oculaire de la première lunette, durant le cours d'une expérience, dans les dispositions instrumentales adoptées par M. Fizeau.

A l'origine, lorsque la roue tourne lentement, l'observateur aperçoit un point lumineux au foyer principal de l'objectif de la lunette, mais par intervalles seulement. La roue tournant plus vite, la perception du point lumineux devient continue, eu égard à la persistance des impressions lumineuses faites sur la rétine. Après cela, on ne tarde pas à remarquer que par l'accélération du mouvement, le point lumineux, après s'être effacé graduellement, disparaît tout à fait. Cette extinction ou éclipse ne dure que quelques instants, car on voit tout aussitôt le point lumineux reparaître au foyer de l'objectif et repasser, en sens inverse, par les mêmes variations d'intensité que celles qui l'avaient affecté avant l'extinction.

L'éclipse a lieu lorsque la roue dentée se déplace précisément de la grandeur angulaire d'une dent, pendant le temps employé par la lumière à aller du foyer principal de l'objectif de la première lunette au foyer principal de la seconde lunette et à revenir au point de départ. En continuant à faire croître la vitesse de rotation de la roue, on obtient bientôt une deuxième éclipse, puis une troisième et ainsi de suite.

On a vu, par les explications théoriques données ci-dessus, que ces éclipses permettent de mesurer la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu atmosphérique interposé entre les lunettes, lorsqu'on connaît la vitesse de rotation de la roue à l'époque où chacune d'elles se produit.

La détermination de la vitesse de rotation de la roue dentée à l'époque des éclipses est le point faible de la méthode que nous analysons. Pour la faire, il faut, en effet, ou bien maintenir l'éclipse durant le temps nécessaire à l'évaluation de la vitesse de rotation de la roue au moyen d'un compteur, ce qui exige que l'on rende le mouvement uniforme, ou bien mesurer les vitesses de rotation de la roue à des époques successives très rapprochées, afin de pouvoir déterminer par interpolation la valeur de cette vitesse à l'époque des éclipses.

Le premier moyen a été adopté par M. Fizeau. La roue dentée était reliée à un système de rouages à dents heliçoïdales mis en mouvement par l'action d'un poids. Au moment où une éclipse se manifestait, l'observateur pressait un frein enserrant l'axe d'un des rouages et par un ralentissement convenable communiqué à la roue prolongeait la durée de l'éclipse. La vitesse de rotation se déterminait ensuite au moyen d'un compteur.

Le défaut de ce procédé est saillant. Outre la difficulté de produire un mouvement uniforme par l'action d'un frein, il est

évident que le phénomène de l'éclipse, quant à l'époque où il se produit, est un phénomène pratiquement indéterminé. En effet, il faut bien admettre qu'un foyer lumineux dont l'intensité devient nulle, au point de vue théorique, pour une valeur particulière de la variable dont cette intensité dépend, est invisible en fait sur une étendue plus ou moins considérable des variations de la variable.

Pour se soustraire à cette cause d'erreur, M. Cornu adopta, dans ses déterminations expérimentales, le second procédé et substitua, à l'observation de l'extinction complète du point lumineux, celle de deux couples d'intensités égales de part et d'autre de l'extinction.

La façon dont cet habile expérimentateur détermine les vitesses de rotation de la roue dentée aux époques des observations est extrêmement ingénieuse et comporte une très grande exactitude ; c'est une extension du procédé graphique employé par Regnault dans ses recherches sur la vitesse du son.

Un cylindre enregistreur recouvert de papier enfumé est mis en rotation autour de son axe par un appareil d'horlogerie à pendule conique ; le mouvement est rendu uniforme par un régulateur à ailettes.

Dans les expériences de M. Cornu, le cylindre avait un mètre de circonférence et faisait un tour en cinquante secondes ; par suite, l'intervalle d'une seconde correspondait, dans la rotation, à une longueur de 20 millimètres.

Quatre styles fixés à un chariot qu'une longue vis, mue par l'appareil d'horlogerie, entraînait parallèlement à l'axe du cylindre, traçaient sur le papier noir, en traits blancs, des hélices parallèles. Chaque style pouvait se déplacer légèrement dans le sens latéral. Le déplacement était produit par l'attraction instantanée d'un électro-aimant, à certaines époques déterminées. Il y avait autant d'électro-aimants établis sur le chariot que de styles. Ces déplacements latéraux des styles avaient pour effet d'interrompre la continuité des traits héliçoïdaux et d'y insérer çà et là de petits crochets.

Au moyen de ces crochets, le premier style marquait sur le cylindre la division du temps en secondes; le deuxième indiquait, de la même manière, les dixièmes de seconde. Les secondes étaient données par une horloge astronomique, et les dixièmes de seconde par une lame vibrante. Le mouvement de cette lame était entretenu par le courant amenant la seconde.

Le troisième style marquait un crochet sur le cylindre tous les 40 ou tous les 400 tours de la roue dentée. Ces crochets se

succédaient sur l'hélice d'autant plus vite que le mouvement de rotation de la roue était plus rapide.

Quant au quatrième style, il était sous la dépendance de l'observateur ; il suffisait d'appuyer sur un bouton au moment d'une observation, pour rompre la continuité de l'hélice et y faire naître un crochet.

Les éléments définissant la loi du mouvement de la roue sont renfermés dans les trois premiers tracés héliçoïdaux ; M. Cornu les relevait au microscope. La loi du mouvement une fois connue, il était possible d'apprécier fort exactement la vitesse de la roue au moment des signaux donnés par l'observateur et notés sur le quatrième tracé héliçoïdal. Ces signaux étaient relevés aussi au microscope.

Il serait difficile d'imaginer un procédé plus exact que celui que nous venons d'analyser pour mesurer la vitesse de rotation de la roue dentée à un moment donné. Sous ce rapport le procédé expérimental de M. Cornu l'emporte de beaucoup sur celui de M. Fizeau. Mais l'appréciation de l'égale intensité du foyer lumineux avant et après l'extinction constitue-t-elle une opération plus à l'abri de l'erreur que l'appréciation du moment de l'extinction ?

L'incertitude qui plane sur la détermination du moment précis de l'éclipse, dans la méthode adoptée par M. Fizeau, n'affecte-t-elle pas la détermination des époques où les intensités du point lumineux sont égales ? Nous avons quelque peine à ne pas l'admettre.

Le procédé employé par Foucault en 1862 à l'effet de mesurer la vitesse absolue de propagation de la lumière est le même, à peu de choses près, que celui mis en usage par l'habile physicien, en 1850, pour déterminer la vitesse relative de propagation de la lumière dans l'air et dans l'eau.

Une ligne lumineuse verticale, d'une faible hauteur, envoie ses rayons, à quelque distance, sur un miroir à faces planes également vertical, et tournant autour d'un axe parallèle à la ligne lumineuse. Cet axe passe par le centre du miroir.

Dans l'expérience de Foucault la ligne lumineuse était le trait d'une mire micrométrique divisée au dixième de millimètre et éclairée par un faisceau de lumière solaire réfléchi horizontalement par un héliostat (1).

(1) Dans les expériences de 1850, Foucault avait employé comme objet rayonnant un fil fin de platine tendu au milieu d'une petite ouverture carrée de deux millimètres de côté.

Arrivés au contact du miroir tournant, les rayons émis par la ligne lumineuse subissent une réflexion qui les renvoie sur un miroir sphérique concave, à quatre mètres de distance du miroir plan. Dans le trajet, ils ont traversé une lentille achromatique placée entre le miroir plan et le miroir concave. Cette lentille est très rapprochée du miroir plan et deux de ses foyers conjugués sont occupés, l'un par le centre de l'image virtuelle de la ligne lumineuse formée par le miroir plan, et l'autre par le centre du miroir concave (1).

Dans ces conditions, une image réelle de la ligne lumineuse se fait à la surface du miroir concave, et les faisceaux de lumière, formant cône, dont les sommets coïncident avec les différents points de cette image, sont réfléchis par le miroir suivant une direction peu différente de celle qu'ils avaient avant l'incidence. Ils sont reçus à quatre mètres de distance sur un deuxième miroir concave situé à côté du miroir tournant ; ce miroir concave les réfléchit et les envoie former une image réelle de la ligne lumineuse à la surface d'un troisième miroir concave placé à proximité du premier ; de là, ils sont dirigés par la réflexion sur un quatrième miroir concave, puis sur un cinquième où ils vont former une nouvelle image réelle de la ligne lumineuse.

Ce cinquième miroir concave fait face au précédent de façon à réfléchir les faisceaux incidents suivant la direction qu'ils avaient avant la réflexion. De cette sorte, les rayons lumineux retournent au miroir plan en rotation, y sont réfléchis et vont former sur la mire micrométrique une image de la ligne lumineuse, dans le voisinage du trait d'origine.

L'intervalle qui sépare le trait d'origine de son image est mesuré au microscope. Cet intervalle augmente avec la vitesse de rotation du miroir plan et aussi avec la longueur du trajet parcouru par les rayons lumineux.

Dans l'expérience de Foucault, ce trajet des rayons lumineux était de quarante mètres, aller et retour compris.

Une formule très simple fait connaître la vitesse de propagation de la lumière, quand on a déterminé sur la mire l'intervalle compris entre le trait lumineux et son image, la vitesse de rotation du miroir plan et la longueur du trajet des rayons. Cette vitesse est la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu atmosphérique, tel que celui-ci est constitué à l'époque des

(1) *Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault*, p. 220.

expériences. Pour avoir la vitesse de propagation de la lumière dans le vide, il suffit de multiplier la vitesse de propagation trouvée par l'observation, par l'indice principal de l'air, dans les conditions de température et de pression où il se trouvait au moment des expériences.

L'écart sur la mire entre le trait lumineux et son image dépend exclusivement du déplacement angulaire du miroir plan durant le temps que la lumière met à aller du miroir tournant au dernier miroir concave et à revenir au miroir plan. Grâce à cette propriété, le lieu de la mire où se fait l'image du trait lumineux ne change pas dans la rotation du miroir plan ; il est indépendant de l'orientation de ce miroir et de la position des points d'incidence des pinceaux coniques de lumière sur les miroirs concaves.

Foucault n'est pas parvenu à donner à l'intervalle compris entre le trait lumineux et son image une valeur plus grande que sept dixièmes de millimètre. Pour atteindre ce faible écart, il a même fallu donner au miroir plan une vitesse de rotation considérable. Ce mouvement était communiqué au miroir par une turbine à air mise en communication avec une soufflerie à pression constante.

Le moyen imaginé par Foucault pour apprécier la vitesse de rotation du miroir est très ingénieux ; il mérite d'être relaté.

Entre le microscope d'observation et l'image du trait lumineux se trouve placé un disque finement denté empiétant un peu sur l'image et l'interceptant en partie. Le disque peut tourner autour d'un axe perpendiculaire au plan de ses bases et passant par son centre. Si le disque a n dents et qu'il accomplisse une révolution pendant que le miroir fait n tours, la discontinuité de l'éclairement fera apparaître la denture du disque dans un état parfait d'immobilité. Ce repos apparent est lié aux conditions que nous venons de mentionner.

La vitesse de rotation du disque était accusée par un rouage chronométrique. Pour mesurer la vitesse de rotation du miroir, il suffisait de faire agir la soufflerie et de régler la vitesse du vent jusqu'à ce qu'on obtînt, d'une manière permanente, la fixité apparente des dents.

La méthode adoptée par Foucault dans la mesure de la vitesse de propagation de la lumière a reçu dernièrement en Amérique, des améliorations importantes.

La principale de ces améliorations consiste dans l'agrandisse-

ment donné à l'intervalle compris sur la mire entre le trait lumineux et son image.

Les recherches de M. Michelson, capitaine de marine aux États-Unis, sont les premières en date.

Ce physicien substitua au trait mince et faiblement lumineux du dispositif de Foucault, une fente vivement éclairée par la lumière solaire et de largeur convenable. Il fit coïncider l'image virtuelle de cette fente engendrée par la réflexion des rayons solaires sur le miroir tournant avec le foyer principal de la lentille achromatique du même dispositif.

Cette lentille avait 8 pouces d'ouverture et 150 pieds de distance focale. Un réflecteur plan ayant à peu près les mêmes dimensions superficielles que la lentille était placé à 2000 pieds du miroir tournant et installé perpendiculairement à l'axe de la lentille.

Par ces dispositions, il se faisait que toute la lumière recueillie par le miroir tournant dans son orientation la plus favorable à la formation de l'image de la fente lumineuse au centre du champ d'observation, c'est-à-dire à l'endroit où Foucault, dans son procédé, plaçait la mire micrométrique, se réfractait dans la lentille, et après avoir traversé sans trop de perte la distance comprise entre la lentille et le réflecteur plan immobile, était réfléchie en totalité par ce dernier.

Avec la vitesse de rotation relativement modérée de 256 révolutions du miroir tournant à la seconde, M. Michelson a pu obtenir un écart de 133 millimètres dans le champ d'observation entre la partie centrale de la fente et la partie centrale de son image. C'est 200 fois environ la valeur de l'écart obtenu par Foucault. On pouvait apprécier cet écart à 3 ou 4 centièmes de millimètre près.

La mesure se faisait au moyen d'une loupe à réticule semblable à celle dont Fresnel s'est servi dans ses mesures relatives aux phénomènes d'interférence. La loupe était mue par une vis micrométrique à tête divisée, et le fil du réticule était porté successivement sur le centre de la fente et sur le centre de l'image. Une observation exigeait trois ou quatre secondes.

Le procédé mis en usage par le savant américain pour estimer la vitesse de rotation du miroir tournant au moment de l'observation est très remarquable.

Une petite lame transparente à faces parallèles pouvant servir de miroir se trouvait placée entre l'œil de l'observateur et l'oculaire de la loupe ; elle était inclinée de 45° sur l'axe de la

lentille. Un diapason portant un miroir d'acier sur une de ses branches était disposé de façon à permettre à l'observateur de voir dans la direction de l'axe de la loupe oculaire l'image du miroir tournant. Cette image est formée par deux réflexions: la première a lieu sur le miroir d'acier, et la seconde sur la petite lame transparente à faces parallèles.

Lorsque le miroir tournant est immobile et que le diapason vibre, l'observateur aperçoit une image allongée du petit miroir. Cette image présente l'aspect d'une bande lumineuse assez large. Dès que le miroir tourne, la bande se divise en un grand nombre de bandes lumineuses plus étroites. Le plus souvent ces bandes se déplacent ; mais le déplacement cesse lorsque le nombre de tours faits par le miroir rotatif dans un temps donné est un multiple ou un sous-multiple exact du nombre des vibrations du diapason durant le même temps. M. Michelson appréciait la valeur du rapport de ces deux nombres, dans chaque cas particulier, par le nombre et les positions relatives des bandes, lorsque celles-ci étaient arrivées à l'état de fixité.

Dans les expériences du physicien américain, le diapason donnait 128 vibrations à la seconde. La vitesse de rotation du miroir tournant était, comme nous l'avons déjà dit, de 256 révolutions à la seconde. On pouvait apprécier facilement une variation de vitesse de 2 centièmes de tour par seconde.

Les époques du jour les plus favorables aux observations étaient l'heure qui suit le lever du soleil et celle qui précède son coucher ; aux autres heures de la journée l'agitation de l'atmosphère nuisait beaucoup à la netteté de l'image de la fente. Une expérience fut faite pendant la nuit avec la lumière électrique ; la netteté de l'image ne fut pas plus grande en cette circonstance que dans les observations du soir et du matin.

Durant ces observations la rotation du miroir se faisait de gauche à droite. Afin d'éliminer de la moyenne des résultats toute erreur constante liée au sens de la rotation, M. Michelson fit tourner le miroir de droite à gauche dans les huit dernières observations, ce qui changea nécessairement le sens de la déviation de l'image de la fente sur la mire. Cette modification n'apporta aucune altération sensible dans les résultats.

La vitesse de rotation du miroir fut ensuite abaissée jusqu'à n'être plus que de 192, 128, 96 et 64 tours par seconde. Le but de cet abaissement était de mettre l'observateur à même de reconnaître si les courants d'air produits dans le voisinage du miroir tournant avaient quelque influence sur la vitesse de propagation

de la lumière. M. Michelson ne trouva dans les résultats aucune trace d'une influence de cette nature.

Enfin pour se prémunir contre toute erreur personnelle, M. Michelson eut soin dans plusieurs expériences de comparer ses propres lectures aux lectures faites par un second observateur. La concordance des résultats fut aussi satisfaisante qu'on pouvait le désirer.

Nous donnerons plus loin la vitesse de propagation de la lumière dans le vide obtenue par M. Michelson.

Dans les dessins minutes de l'appareil de Foucault pour l'évaluation de la vitesse absolue de propagation de la lumière, la lentille achromatique n'est pas placée sur le trajet des rayons lumineux à la suite du miroir tournant, mais bien, comme dans les expériences exécutées pour la détermination de la vitesse relative de propagation de la lumière dans l'air et dans l'eau, entre la ligne lumineuse et le miroir tournant (1).

Foucault n'a indiqué nulle part les raisons qui l'ont décidé à changer dans les expériences définitives les dispositions adoptées dans les dessins minutes. Chose plus regrettable encore, il n'a jamais publié d'une manière complète les détails de son procédé et de ses observations. C'est ce qui a permis à M. Cornu de dire que les expériences de Foucault exigeaient une vérification.

M. Michelson plaçait lui aussi, comme nous l'avons vu, la lentille achromatique à la suite du miroir tournant sur le chemin parcouru par la lumière. En adoptant cette disposition, son but était probablement de prévenir l'influence fâcheuse que le passage oblique de la lumière à travers la lentille pouvait avoir sur la netteté de l'image de la fente, dans le retour des rayons lumineux.

Au moment où M. Michelson terminait sa détermination expérimentale de la vitesse de propagation de la lumière par la méthode suivie par Foucault dans la dernière période de ses recherches sur ce sujet, M. Newcomb, professeur à l'école navale de l'Union américaine, commençait ses propres déterminations par le procédé que l'habile physicien français avait cru devoir abandonner.

M. Newcomb substitua au faible éclat de la ligne lumineuse employée par Foucault l'éclat beaucoup plus vif d'une fente verticale éclairée par la lumière solaire, ainsi que M. Michelson

(1) *Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault*, p. 547.

l'avait fait avant lui. La lentille achromatique, au lieu d'être placée après le miroir tournant sur le trajet des rayons lumineux, fut établie, comme nous l'avons déjà dit, entre la fente lumineuse et le miroir rotatif.

Les rayons solaires qui ont passé par la fente forment au sortir de l'ouverture un faisceau divergent. Dans les dispositions adoptées par M. Newcomb l'axe de ce faisceau allait couper normalement, à peu de distance de la fente, l'axe optique d'une lunette astronomique d'assez grande ouverture. Un petit miroir plan établi dans le tube de la lunette recevait les rayons composant le faisceau et, après les avoir réfléchis, les dirigeait sur l'objectif de la lunette.

A leur sortie de l'objectif, les rayons rencontraient le miroir tournant, et leur réflexion sur ce miroir donnait naissance à une image de la fente dont le rayonnement sur un miroir sphérique concave, situé à une très grande distance, devait produire au foyer conjugué de celui-ci une image réelle de la fente lumineuse, dans le cas, bien entendu, où on ne détournait pas de leur direction les rayons réfléchis par le miroir sphérique.

L'image produite par la réflexion des rayons émanés de la fente sur le miroir tournant peut être virtuelle ou réelle ; cela dépend de la longueur donnée au trajet des rayons depuis la fente jusqu'à l'objectif de la lunette et de la longueur focale de cette dernière.

Le miroir sphérique dont il est ici question était formé de deux miroirs concaves ayant chacun un rayon de courbure de 3000 mètres et un diamètre de 4 décimètres. Ils étaient placés côte à côte, et leurs centres de courbure coïncidaient en un point de l'espace placé dans le voisinage du lieu d'observation.

Dans une première série d'expériences, la distance du miroir tournant aux miroirs sphériques était de 2551 mètres ; dans une seconde série, cette distance fut de 3721 mètres. La fente, le miroir tournant et la lunette d'observation dont il sera question ci-après, avaient été établis au fort Meyer, sur la rive du Potomac, près de la ville de Washington ; les miroirs sphériques avaient été placés, pour la première série d'expériences, dans une dépendance de l'Observatoire naval, et pour la seconde série, à la base du monument élevé à la mémoire du fondateur de l'indépendance américaine.

Le miroir tournant était formé par un prisme quadrangulaire d'acier poli, parfaitement nickelé. La hauteur du prisme était de 85 millimètres. Il était vertical, et on le mettait en rotation

autour de son axe de figure par le moyen de deux turbines à air, dont l'une agissait sur la tête et l'autre sur la base.

Ces turbines permettaient de donner au prisme des mouvements de rotation successifs de sens contraires; chacune servait en outre à rendre uniforme le mouvement de rotation communiqué par l'autre.

La vitesse de rotation du miroir prismatique était relevée graphiquement par le trait qu'un électro-aimant, actionné par un courant intermittent, traçait sur un cylindre enregistreur, à la fin de chaque série de 28 révolutions du miroir.

L'image de la fente produite par la réflexion des rayons sur le miroir tournant au sortir de l'objectif de la lunette d'émission, le centre de courbure des miroirs sphériques et le foyer conjugué de cette image par rapport aux miroirs sphériques étaient peu éloignés l'un de l'autre. Tous trois étaient de plus situés dans le voisinage de l'observateur.

Au retour, les rayons réfléchis par les miroirs sphériques allaient frapper la partie inférieure du miroir tournant, et de là étaient dirigés sur la lentille objective d'une deuxième lunette astronomique placée un peu au-dessous de la première. Au départ, nous avons négligé de le dire, ces mêmes rayons avaient été réfléchis par la partie supérieure du miroir tournant.

La deuxième lunette faisait l'office d'alidade; elle pouvait tourner, dans un plan légèrement incliné sur le plan horizontal, autour d'un axe passant par le centre du miroir prismatique et faisant un très petit angle avec l'axe de rotation de ce miroir. De cette façon on pouvait, par un mouvement convenable, amener la lunette à recevoir de front les rayons lumineux à leur retour.

Deux miscroscopes attachés à la lunette permettaient de lire sur un cercle divisé l'angle dont celle-ci avait tourné pour passer de la direction que les rayons lumineux avaient à leur départ à la direction des mêmes rayons à leur retour. Le trajet parcouru par les rayons était, dans l'expérience de M. Newcomb, 150 ou 200 fois plus grand que le trajet parcouru par les rayons dans l'expérience de Foucault.

Après avoir été réfractés par la lentille objective de la lunette alidade, les rayons allaient concourir dans le plan focal de cette lentille et former dans ce plan une image réelle de la fente lumineuse. En regardant cette image avec la loupe oculaire, l'observateur amenait aisément le fil réticulaire en coïncidence avec la ligne centrale de l'image.

Un des perfectionnements les plus considérables apportés par

M. Newcomb au procédé primitif de Foucault consiste dans la manière dont le physicien américain mesurait, dans le plan d'observation, l'intervalle angulaire compris entre le centre de l'image de la fente et l'axe de la première lunette.

Nous avons dit que le miroir prismatique pouvait tourner dans deux sens opposés, au gré de l'expérimentateur. La lunette d'observation étant donc fixée à une des extrémités de l'arc divisé, et, le miroir mis en rotation dans le sens requis, M. Newcomb amenait peu à peu la partie centrale de l'image sur le fil réticulaire de la lunette. Pour cela, il n'avait qu'à faire agir sur le miroir la turbine motrice et à se servir de l'autre turbine comme de régulateur. Dès que la coïncidence des deux lignes avait été obtenue, il la maintenait pendant quelque temps et enregistrait la vitesse de rotation du miroir au moyen du chronographe. Puis, il lisait la position de la lunette sur le cercle divisé en se servant des microscopes. Cela fait, il déplaçait la lunette d'observation et la portait à l'autre extrémité du cercle divisé. Communiquant ensuite au miroir un mouvement de rotation de sens opposé à celui du mouvement précédent, il répétait les opérations déjà décrites et faisait les lectures. Ces données permettent de calculer le temps que la lumière met à franchir l'intervalle compris entre le miroir prismatique et les miroirs sphériques.

Dans ce procédé, la vitesse du miroir ne dépassant pas 230 révolutions par seconde, le déplacement de la lunette, pour aller d'une extrémité de l'arc divisé à l'autre, pouvait atteindre jusqu'à 8 degrés.

M. Newcomb recommande cette méthode des déviations contraires aux physiciens; elle a l'avantage de doubler l'angle à mesurer et de supprimer les erreurs que la détermination du point zéro peut introduire dans le résultat.

Une autre précaution prise par M. Newcomb ne contribua pas peu à augmenter la précision des mesures.

Dans les conditions de distances où opérait le physicien américain, la lumière reçue par les miroirs sphériques n'était que la 30000e partie de la lumière réfléchie par le miroir prismatique. A cette diminution d'intensité venait encore s'ajouter l'influence de l'absorption atmosphérique et des réflexions sur les rayons qui pénétraient dans la lunette d'observation. Ces pertes avaient pour effet d'amoindrir l'éclat de l'image de la fente formée au foyer de la lunette; de sorte qu'on pouvait craindre avec raison que, dans des observations faites à la lumière du jour, l'éclairement du plan focal de la lunette et l'illumination de la rétine par

la lumière diffuse de l'atmosphère ne missent obstacle à la vision. Au moyen de quelques dispositions optiques, M. Newcomb parvint à réduire au millième l'influence de la lumière atmosphérique et à donner, par cette précaution, une grande netteté à l'image de la fente lumineuse.

Les déterminations expérimentales de M. Newcomb assignent à la vitesse de propagation de la lumière dans le vide la valeur de 299 860 kilomètres par seconde. L'erreur probable de cette détermination est de ± 30 kilomètres (1).

La vitesse de propagation de la lumière dans le vide trouvée par M. Michelson est de 299 944 kilomètres par seconde, avec une erreur probable de ± 50 kilomètres.

M. Cornu avait obtenu, pour la valeur de la même vitesse, 300 400 kilomètres par seconde, avec une erreur probable de un millième en valeur relative. Foucault avait trouvé de son côté, pour la vitesse de propagation de la lumière dans le vide, 298 000 kilomètres par seconde, avec une approximation indéterminée.

La vraie valeur de la vitesse de propagation de la lumière diffère donc fort peu de la valeur qui résulte des déterminations expérimentales de M. Newcomb.

Quand on connaît la vitesse de propagation de la lumière dans le vide, on peut en déduire la valeur de la parallaxe solaire. Il faut pour cela avoir recours soit au phénomène découvert par Rœmer, relativement aux éclipses des satellites de Jupiter, soit au phénomène de l'aberration de la lumière analysé par Bradley.

Le retard ou l'avance que l'on constate dans les époques des éclipses des satellites de Jupiter dépendent de la variation de distance de la terre au satellite, durant le temps compris entre les deux éclipses que l'on compare. Si les deux éclipses ont eu lieu, l'une à l'époque de l'opposition de Jupiter, l'autre à l'époque de la conjonction de cette planète, la variation de distance

(1) L'erreur probable fait connaître d'une certaine manière la précision des observations. On dit que dans une série nombreuse de mesures l'erreur probable est $\pm r$, lorsqu'il y a autant de mesures observées dont l'écart de la moyenne arithmétique de toutes les mesures est inférieur en valeur absolue à r, qu'il y en a dont l'écart de la moyenne est supérieur, en valeur absolue, à la même quantité.

Dans une série où les mesures ne sont entachées que d'erreurs accidentelles, toutes les mesures observées se groupent symétriquement de part et d'autre de la moyenne.

de la terre au satellite est égale, dans ce cas, au diamètre de l'orbite terrestre, et le retard ou l'avance de l'époque observée de la dernière éclipse sur l'époque normale exprime le temps que la lumière met à parcourir ce diamètre.

Rœmer estimait qu'il fallait 11 minutes à la lumière pour parcourir la moitié du diamètre de l'orbite terrestre. Delambre, par un examen attentif des époques d'observation de mille éclipses du premier satellite de Jupiter, réduisit cette durée à 8 minutes 13 secondes (1). Mais, par une discussion plus approfondie des éclipses de ce premier satellite, durant la période qui s'étend de 1848 à 1870, M. de Glasenapp, alors astronome de l'observatoire de Pulkova, montra que le temps employé par la lumière à parcourir le rayon de l'orbite terrestre est compris entre 496 et 501 secondes, c'est-à-dire, entre 8 minutes 16 secondes et 8 minutes 21 secondes, sans qu'il soit possible aujourd'hui de préciser davantage cette durée (2). La conséquence qui ressort de ce résultat est que le phénomène découvert par Rœmer n'est pas apte à servir de donnée présentement dans l'évaluation de la parallaxe solaire.

Tel n'est pas le cas du phénomène de l'aberration, découvert et étudié par Bradley.

En vertu de la vitesse dont la terre est animée dans son mouvement de translation autour du soleil et à laquelle participent nécessairement les instruments d'observation, chaque étoile semble décrire sur la sphère céleste, durant l'espace d'un an, une petite ellipse dont le grand axe est parallèle au plan de l'écliptique. La valeur angulaire de cet axe est la même pour toutes les étoiles; celle du petit axe diffère seule d'une étoile à l'autre.

D'après les évaluations de Struve, publiées en 1846, la valeur angulaire du demi-grand axe des ellipses d'aberration est de 20 secondes 445 millièmes de seconde. Suivant les calculs récents de M. Nysen fondés sur un plus grand nombre d'observations, cette valeur est de 20 secondes 492 millièmes de seconde, avec une erreur probable de ± 6 millièmes de seconde (3).

D'autre part, la valeur angulaire du demi-grand axe des ellipses d'aberration est égale au rapport de la vitesse de translation de la terre à la vitesse de propagation de la lumière. La vitesse de translation de la terre et, par suite, la distance moyenne de la terre au soleil sont donc déterminées, ainsi que la parallaxe

(1) Delambre, *Abrégé d'astronomie*, p. 571.
(2) Journal anglais *Nature*, vol. XXXIV, p. 29.
(3) *Bulletin astronomique* publié par M. Tisserand, t. I, p. 202.

solaire, par le phénomène de l'aberration combiné avec l'évaluation de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.

Les résultats des expériences de M. Newcomb assignent, à la vitesse de propagation de la lumière dans le vide, la valeur de 74 965 lieues de 4 kilomètres; à la distance moyenne de la terre au soleil, la valeur de 37 402 500 lieues également de quatre kilomètres, et à la parallaxe solaire, la valeur de 8 secondes 794 millièmes de seconde (1).

M. Newcomb est persuadé que la méthode du miroir tournant est, de toutes les méthodes employées jusqu'ici dans la détermination de la vitesse de propagation de la lumière, de loin la meilleure. Il pense même que, grâce à quelques améliorations de détail, cette méthode permettrait d'évaluer la vitesse de propagation de la lumière à 5 ou 10 kilomètres près.

Une de ces améliorations consisterait à substituer au miroir tournant quadrangulaire un miroir tournant pentagonal. Les lunettes dirigées vers le miroir tournant seraient placées, dans un plan horizontal, de part et d'autre de la ligne allant de l'axe du miroir tournant au centre du miroir sphérique. La lumière de la fente réfléchie par une face du prisme serait reçue au retour sur la face adjacente après réflexion à la surface du miroir sphérique. Cela dispenserait de donner au miroir sphérique l'inclinaison exigée par la réflexion des rayons sur le miroir tournant quadrangulaire. Cette réflexion se fait, comme nous l'avons dit, sur la partie supérieure de la face réfléchissante du prisme au départ des rayons, et sur la partie inférieure de la même face au retour.

De plus, en employant la méthode des rotations contraires, on n'aurait à déplacer la lunette d'observation que d'un petit angle, et toute la mesure angulaire se réduirait à la détermination de cet angle sur le cercle divisé.

Une vitesse de rotation du miroir tournant de 500 tours à la seconde donnerait à ce miroir un déplacement angulaire de 36 degrés environ durant le trajet fait par la lumière, si la distance du miroir pentagonal aux miroirs sphériques était de 30 kilomètres.

M. Newcomb assure qu'il serait facile de trouver dans les Montagnes rocheuses ou dans la Sierra Nevada américaine des stations propres aux expériences et éloignées de 30, 40 et même 50 kilomètres. L'adoption de telles distances exigerait, il est vrai, que

(1) Journal anglais *Nature*, vol. XXXIV, p. 173.

l'on augmentât proportionnellement la surface réfléchissante fixe. Mais on pourrait éviter la construction d'un réflecteur de grande dimension, en établissant à l'extrémité du parcours des rayons une couronne de 10 réflecteurs sphériques ayant chacun 6 ou 8 décimètres de diamètre; cela suffirait, d'après M. Newcomb, à assurer la visibilité de l'image de la fente à la station d'observation. Le savant américain promet son concours et ses conseils au physicien qui voudrait expérimenter à nouveau dans ces conditions éminemment favorables.

En terminant ce bulletin, je tiens à indiquer les sources où j'ai puisé.

Tous les détails relatifs aux expériences de MM. Michelson et Newcomb sont tirés, ainsi que plusieurs appréciations, d'une série d'articles publiés par le journal scientifique anglais *Nature* et dont le dernier est signé A. M. Clerke. Voir le volume XXI, pp. 94 à 96, 120 à 122 et 226; item, le volume XXXIV, pp. 29 à 32, et 170 à 173.

Je me suis servi aussi des articles de M. Cornu sur la vitesse de propagation de la lumière : *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXVI, pp. 338 à 342, et t. LXXIX, pp. 1361 à 1365. — *Journal de physique théorique et appliquée*, t. II, pp. 172 à 177 et t. IV, pp. 104 à 111.

Enfin j'ai consulté le *Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault*, pp. 173 à 226.

JOSEPH DELSAULX, S. J.

INVERTÉBRÉS

—

Les Mollusques du Tanganyka (1). — M. le capitaine Storms a offert au Musée d'histoire naturelle de Belgique une importante collection d'animaux qu'il a recueillis pendant son séjour dans la région du lac Tanganyka.

(1) *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique*, t. IV, 1886.

Déjà les mollusques qu'elle comprend ont été étudiés par M. Pelseneer; ce sont des Gastropodes pulmonés, tels que Helix, Bulimus, Achatina, Planorbis, etc., des Gastroprodes prosobranches, Ampullaria, Paludina, etc., puis des Acéphales, notamment Unio et Pliodon.

Avant le travail de M. Pelseneer, Smith avait déjà décrit, dans ses points essentiels, la faune malacologique du lac Tanganyka ; à peine fut-elle connue, que plusieurs géographes, frappés par le facies marin de certaines formes de Prosobranches, prétendirent que le grand lac africain était une mer intérieure séparée depuis peu de l'océan Indien; elle aurait d'abord conservé, pensaient-ils, la faune de cet océan; puis, comme la salure de ses eaux diminuait progressivement, ses habitants auraient évolué et revêtu enfin le cachet actuel.

M. Pelseneer oppose à cette hypothèse d'excellentes raisons : 1° Les animaux du lac, autres que les mollusques, ne présentent absolument pas le facies marin. On ne le trouve que sur les mollusques du lac ou plutôt, pour être exact, dans un seul ordre de la classe des Gastropodes, celui des Prosobranches.

Ainsi donc, non seulement les poissons, les vers et les crustacés ne le possèdent pas, mais il n'existe pas davantage chez aucun Pulmoné ou aucun Bivalve.

2° D'ailleurs n'observe-t-on pas souvent des ressemblances avec des formes marines sur un grand nombre de mollusques qui sont incontestablement fluviatiles?

3° Si les eaux et la faune du Tanganyka ont une origine marine récente, on peut, à plus forte raison, assigner le même mode de formation aux lacs Victoria Nyanza, Nyassa, etc., qui sont plus rapprochés que lui de l'Océan.

Cependant leur faune n'a jamais fourni d'arguments favorables à une telle hypothèse.

Cette conception erronée sur l'origine du Tanganyka provient de ce que jamais on n'a vu autant de formes à cachet marin réunies à un même endroit.

D'ailleurs cette association s'explique naturellement, si l'on considère que le Tanganyka, un des plus grands lacs de la terre, est plus étendu que plusieurs véritables mers intérieures. Or, " d'après le témoignage des explorateurs, dit M. Pelseneer, les formes à facies marin sont surtout localisées dans les endroits où les eaux sont le plus agitées. „

M. Pelseneer consacre la plus grande partie de sa notice à exposer, avec sa haute compétence et sa grande clarté habituel-

les, l'organisation du genre bivalve Pliodon, dont les parties molles étaient complètement inconnues avant lui; le manteau et les muscles fixeront seuls notre attention.

Le manteau ou *pallium* est cette tunique qui enveloppe les mollusques et qui, indépendamment d'autres fonctions, sécrète la coquille.

Chez les Céphalopodes et les Gastropodes, les bords de cette enveloppe ne se soudent en aucun point.

Le même stade se rencontre aussi parmi les Bivalves, précisément chez les types les plus primitifs; dans ce cas les deux moitiés du manteau, ayant leurs marges complètement libres, limitent une longue fente ininterrompue.

Chez des formes plus spécialisées, une suture survient vers l'extrémité postérieure du manteau, et par le fait même la fente palléale primitivement unique fait place à deux orifices distincts: par l'un sortent les déjections ainsi que l'eau qui a servi à la respiration; l'autre sert à l'introduction des aliments et de l'eau aérée qui va baigner les branchies. C'est ce que présentent notamment la Moule et l'Anodonte ou moule des étangs.

Chez d'autres Bivalves, la soudure se fait à deux endroits différents, ce qui sépare trois orifices palléaux distincts : l'*anal*, le *branchial*, dont les bords portent des papilles sensorielles destinées à contrôler les qualités de l'eau qui entre par cette ouverture pour aller baigner les branchies, et le *pédieux* dont le calibre est proportionnel au développement du pied.

C'est précisément ce stade qui est réalisé chez Pliodon.

Il ne se produit jamais de spécialisation plus avancée, sauf toutefois chez les Bivalves qui s'enfoncent habituellement dans la vase ou qui creusent le bois ou la pierre.

En effet, par suite de leurs habitudes toutes spéciales, ces animaux se trouvent séparés de l'eau pour un temps plus ou moins long; aussi importe-t-il beaucoup que chez ces formes les deux orifices postérieurs du manteau, par lesquels se font respectivement l'entrée et la sortie de l'eau, puissent, eux du moins, conserver alors une communication avec le milieu aquatique; pour l'établir, les bords de ces deux ouvertures se prolongent considérablement en dehors du manteau, donnant ainsi naissance à deux tubes creux, très extensibles, qu'on appelle *siphons*. (Mye, Couteau, Arrosoir, Pholade, Taret des vaisseaux.)

Quant aux muscles, les uns dépendent du manteau et les autres du pied.

Parmi les premiers, ne citons que les deux muscles adducteurs

des valves, l'un en avant, l'autre en arrière. C'est dans ce dernier que Ray-Lankester a voulu voir l'homologue du muscle columellaire des Gastropodes; mais M. Pelseneer pense qu'il doit être cherché parmi les muscles du pied des Acéphales.

Pour établir cette homologie, notre auteur choisit une forme archaïque de Bivalve, Leda, et un Gastropode qui est resté bilatéralement symétrique, Patella.

Or, quand on compare ces deux types, l'analogie est saisissante : chez Leda, " les muscles du pied forment de chaque côté une série presque ininterrompue, entre l'adducteur antérieur et l'adducteur postérieur. Ces deux séries constituent, par leur réunion, une ligne musculaire ovale, allongée, correspondant à l'area musculaire circulaire, si bien connue, de Patella. „ Chez les deux genres " l'origine est sur la coquille et l'insertion, au pied, dans la masse musculaire duquel ils vont se perdre. En outre les muscles du pied des Pélécypodes (Acéphales) et le muscle columellaire des Gastropodes sont innervés par les mêmes centres : ganglions pédieux et viscéraux. „

Malheureusement, cette homologie est complètement voilée quand on compare la majorité des Bivalves aux Gastropodes ordinaires; en effet, beaucoup de ceux-ci ont le corps enroulé ; de leur côté, les premiers ont souvent des pieds adaptés à des usages spéciaux et très divers, soit qu'ils sécrètent le byssus, soit qu'ils servent à fouir, etc.

Aussi, comme on n'a jamais étudié comparativement la musculature pédieuse des Bivalves, la plus grande confusion règne encore dans ce chapitre ; le même muscle porte presque toujours des noms très différents, soit qu'on passe d'un animal à un autre, soit qu'on s'en rapporte à des auteurs différents.

Cependant M. Pelseneer montre qu'on peut ramener les différents facies de musculature pédieuse à un type unique, celui de Pliodon; il comprend quatre faisceaux : le *protracteur du pied*, qui se rencontre très probablement, d'après M. Pelseneer, chez tous les Pélécypodes où cet organe est susceptible de mouvements étendus; le *rétracteur antérieur*, l'*élévateur* et le *rétracteur postérieur du pied*.

Le système nerveux et les appendices céphaliques des Ptéropodes (1). — Sur les trois paires de cônes céphaliques

(1) P. Pelseneer, *The cephalic appendages of the Gymnosomatous Pteropoda*, in Quart. Journ. of micr. Sc.

Id. *Recherches sur le système nerveux des Ptéropodes*, in Archives de Biologie, t. VII, 1886.

issus de la tête de Clione borealis, genre de mollusque ptéropode qui forme la principale nourriture des baleines, Eschricht a trouvé des organes qu'il a décrits et figurés comme s'ils étaient des ventouses.

De tels faits paraissaient donner raison à Leuckart, qui assimilait les six appendices de la tête de Clione aux bras des Céphalopodes. Cependant un naturaliste qui avait observé Clione vivante ne l'avait jamais vu se fixer par ses cônes buccaux. C'est ce qui engagea M. Pelseneer à reprendre l'étude de ces formations.

Les appendices insérés sur la tête de Clione sont de deux sortes : trois paires de cônes buccaux et quatre tentacules; deux de ceux-ci, situés en avant, sont longs, et des muscles longitudinaux puissants les rendent rétractiles ; ils ne portent aucune terminaison nerveuse d'un caractère spécial: c'est la paire labiale ; au contraire l'autre paire de tentacules, implantée sur la nuque, se termine par des yeux, quoi qu'en ait dit Jhering.

Quant aux cônes buccaux, ils sont creux et très extensibles ; dans leur tunique se trouvent principalement des cellules glandulaires, tellement nombreuses que leur sécrétion doit remplir un rôle important; enfin leur épiderme possède des cellules sensorielles qui s'élargissent au dehors en forme de bouton; ce sont précisément ces dernières parties qui ont causé l'illusion de ventouses aux premiers observateurs.

M. Pelseneer pense plutôt qu'elles doivent être le siège d'un sens spécial aux animaux aquatiques, qui serait intermédiaire entre le goût et le toucher.

Tous les Ptéropodes ne présentent pas les mêmes appendices céphaliques ; ainsi, d'une part, les Ptéropodes nus, Clione et Clionopsis par exemple, possèdent toujours deux paires de tentacules qu'on peut identifier avec celles des Gastropodes opisthobranches et pulmonés.

Au contraire, chez les Ptéropodes enfermés, les Thécosomes, il n'y a qu'une paire de tentacules rudimentaires, avec des yeux très simples; elle équivaut, d'après M. Pelseneer, à la paire issue de la nuque des Ptéropodes gymnosomes.

Enfin, les cônes buccaux ne se rencontent que chez la plupart des Ptéropodes nus.

Ces recherches ont déterminé notre savant et infatigable compatriote à en entreprendre d'autres sur le système nerveux des Ptéropodes ; d'abord, parce que plusieurs assertions erronées de Jhering sont reproduites par les traités les plus récents et

les plus répandus, comme si elles faisaient encore autorité; ensuite, parce que la connaissance du système nerveux des Ptéropodes permettra d'élucider leur morphologie et leur position systématique.

Jusqu'ici, presque tous les auteurs ne placent-ils pas les Ptéropodes dans le voisinage des Céphalopodes? Ray Lankester ne va-t-il pas même jusqu'à les réunir sous un nom commun? Et ce qui incline les naturalistes vers un tel rapprochement, n'est-ce pas surtout la nature soi-disant pédieuse qu'ils assignent aux appendices buccaux des Ptéropodes, ce qui permet de les assimiler aux bras des Poulpes?

Mais aujourd'hui le travail de M. Pelseneer apprend que les cônes oraux des Ptéropodes sont innervés, non pas, comme les bras des Céphalopodes, par les ganglions pédieux, mais par les ganglions cérébraux. Ce résultat fera certainement écarter les Ptéropodes des Céphalopodes; de plus, d'autres particularités, très importantes, de leur système nerveux central doivent les éloigner de tous les mollusques à commissure viscérale symétrique, notamment des Poulpes, pour les rapprocher au contraire des Gastropodes, surtout des pulmonés et des opisthobranches; c'est d'ailleurs la position systématique que leur assignait déjà Spengel.

M. Pelseneer, qui est chargé du " Report „ sur les Ptéropodes du *Challenger*, annonce que les organes autres que le système nerveux démontrent plus rigoureusement encore cette affinité.

Y a-t-il des mouvements respiratoires chez les Arachnides? (1) — En 1884, M. Plateau a publié les résultats de ses ingénieuses recherches sur les mouvements respiratoires des Insectes.

Comme l'observation directe, à l'œil nu ou à la loupe, expose à beaucoup d'erreurs, il s'était adressé à la méthode graphique; sur les téguments de l'abdomen, il fixait des leviers en carton, très légers, qui inscrivaient les mouvements respiratoires sur un cylindre enfumé qui tournait.

Dans une autre série d'expériences, M. Plateau projetait sur un écran l'image de ces mouvements en enfermant, dans une grande lanterne magique, l'insecte, convenablement fixé.

(1) *Archives de biologie*, publiées par MM. E. Van Beneden et Van Bambeke, t. VII, 1886.

Grâce à ces différentes méthodes qui se contrôlent mutuellement, il a constaté que les mouvements respiratoires des Insectes sont localisés dans la région abdominale, et consistent en diminutions et rétablissements successifs de ses deux diamètres, le vertical et le transversal; l'air est expiré quand, sous l'influence de muscles verticaux, les parties dorsale et ventrale des anneaux de l'abdomen se rapprochent: quant à l'inspiration, elle est simplement passive, parce qu'elle n'est due qu'à l'élasticité des téguments et des parois trachéennes.

En abordant l'étude des mouvements de la respiration chez les Arachnides, M. Plateau croyait que les muscles pairs qui traversent, du dos vers le ventre, l'abdomen de la plupart de ces animaux, étaient homologues des muscles expirateurs des Insectes; aussi s'attendait-il à retrouver un des types de mouvements respiratoires rencontrés chez les Insectes.

D'ailleurs, Émile Blanchard avait déjà affirmé, dans son *Organisation du règne animal,* l'existence chez les Scorpions d'un mécanisme respiratoire analogue à celui des Insectes; il allait même jusqu'à signaler des changements dans les dimensions des stigmates.

M. Plateau, ayant pu garder des Scorpions en vie pendant longtemps, a institué sur eux des observations et des expériences nombreuses et variées. Or, jamais les Scorpions, quelque vifs et quelque surexcités qu'ils fussent, n'ont montré le moindre mouvement; cependant M. Plateau avait eu soin de coller de petits stylets de papier sur plusieurs segments de l'abdomen pour rendre apparents des mouvements peut-être imperceptibles; pour la projection, il a eu recours à un grossissement de 8 diamètres, ce qui permettait d'apprécier une excursion de $^1/_8$ de millimètre; il prenait encore la précaution de regarder avec une forte loupe tous les points du contour de la silhouette projetée. Et jamais il n'aperçut le moindre changement dans le diamètre vertical de l'abdomen.

Cependant, si l'on détache l'animal après de telles expériences, il " court de côté et d'autre, ajoute M. Plateau, et frappe les parois du bocal de coups de queue expressifs, prouvant ainsi, par sa vivacité, que ce n'est pas sa faute s'il n'a pas offert les mouvements respiratoires désirés. „

Quant aux stigmates, M. Plateau n'a pas réussi plus que Léon Dufour à y voir les mouvements signalés par E. Blanchard.

Les mêmes expériences ont été répétées par M. Plateau sur plusieurs Araignées, l'Épéire diadème et la Tégènaire domes-

tique, puis sur le Faucheur. Chez tous, les parois abdominales restent immobiles.

Et cependant les Arachnides ont une respiration aérienne assez active. Comment s'opèrent donc chez eux l'appel et l'expulsion de l'air? Ce doit être évidemment d'une tout autre façon que chez les Insectes.

Cette grave divergence ne doit plus étonner, si l'on adopte sur la position systématique des Arachnides la nouvelle opinion défendue surtout en Angleterre par Ray-Lankester et en Belgique par M. Mac Leod (1).

D'après ces naturalistes, on ne doit pas rapporter les poumons des Scorpions et des Araignées, ni les trachées de celles-ci aux trachées des Insectes, mais aux branchies des Crustacés, notamment des Limules.

S'il en est ainsi, le mécanisme respiratoire des Arachnides ne doit pas ressembler à celui des vrais Articulés trachéates.

Après ses expériences et ces considérations, M. Plateau s'est demandé si les mouvements respiratoires des Arachnides ne s'effectuaient pas dans les parois des feuillets pulmonaires eux-mêmes.

Déjà M. Mac Leod, dans le mémoire que nous avons analysé ici, décrivait entre les deux membranes qui constituent chaque feuillet pulmonaire, de petites colonnettes accompagnées d'une bandelette qu'il croyait musculaire. N'est-ce pas elle qui pourrait amincir les feuillets pulmonaires d'une façon rythmique et déterminer ainsi l'appel et le départ de l'air ?

" Quel sera l'effet de cet amincissement des lamelles (feuillets), se demandait M. Mac Leod? D'abord les lamelles devenant plus minces, l'espace compris entre elles devient plus considérable; une certaine quantité d'air doit donc pénétrer entre les lamelles à chaque contraction; cette dernière doit également chasser le sang contenu dans l'épaisseur même des lamelles. „

Malheureusement, M. William Locy, pendant de récentes recherches, n'a pas pu voir la moindre différenciation musculaire dans les colonnettes qui traversent chaque feuillet respiratoire; aussi la solution du problème est-elle encore reculée.

Le rôle des palpes chez les Articulés à mâchoires. — 1° Jusqu'en ces derniers temps, on croyait que les Insectes

(1) *Archives de biologie*, tom. V, 1884. Cet article a été résumé par nous dans la *Revue des questions scientifiques*, janvier 1885.

broyeurs, c'est-à-dire les Coléoptères et les Orthoptères, choisissent et introduisent la nourriture dans la bouche en s'aidant des palpes portés par leurs mâchoires. Mais, en 1885, M. Plateau a démontré que le rôle des palpes est, en réalité, beaucoup plus modeste ; aussi a-t-il pu les enlever à ces Insectes sans qu'ils aient manifesté le moindre trouble dans leur nutrition.

2° Quant aux mille-pattes, M. Plateau avait déjà conclu, en 1876, dans son mémoire sur la Digestion chez les Myriopodes, que leurs palpes servent seulement " à tourner la proie dans les directions les plus convenables pour que celle-ci puisse être découpée par les mandibules. „

Dans sa dernière série d'expériences (1), M. Plateau a coupé les palpes à quatre Lithobies, et après s'être entouré de toutes les précautions nécessaires, il a reconnu qu'elles avaient capturé et mangé des mouches vivantes, comme si de rien n'était.

De plus, il a observé que les Myriopodes se servent habituellement de leurs palpes pour brosser minutieusement leurs antennes et même leurs palpes.

3° Autour de la bouche des Araignées se trouvent deux paires d'appendices: les crochets venimeux, appelés ordinairement chélicères, qui sont homologues, non pas des antennes des Insectes, mais de leurs mandibules ; puis les mâchoires, qui portent des palpes. Chez les mâles, ceux-ci participent à l'accouplement ; chez les femelles, ce seraient des organes tactiles plus sensibles que les pattes, d'après V. Audouin ; ils aideraient à saisir et à maintenir la proie, au dire de Blanchard; Claus leur attribue une part dans la confection des toiles; enfin Dahl y a décrit des poils spéciaux dans lesquels il place le sens de l'ouïe.

Pour élucider cette question, M. Plateau a coupé les palpes à plusieurs individus de Tegenaria domestica, Epeira diadema, Amaurobius ferox, Agelena labyrinthica et Meta segmentata.

Or, les Araignées ainsi mutilées ont continué, sans le moindre trouble, à capturer et manger leur proie et à tisser leur toile à la façon ordinaire.

M. Plateau conclut de ses expériences que les palpes des Insectes broyeurs, des Myriopodes et des Araignées femelles sont des *organes inutiles,* comme le mamelon des mammifères mâles, les muscles de l'oreille humaine, les yeux recouverts par la peau chez certains animaux souterrains, etc.

(1) *Bulletin de la Société zoologique de France,* t. XI, 1886.

La fonction des antennes chez la Blatte (1). — L'année dernière, M. A. Graber, professeur à l'université de Czernowitz, qui applique sa grande habileté d'expérimentateur à l'étude de la physiologie comparée des Arthropodes, est venu ébranler l'opinion qui régnait sur le rôle des antennes chez les Insectes ; avant lui, tous les naturalistes professaient qu'elles étaient le siège de l'odorat. Par ses nombreuses et ingénieuses expériences, M. Graber a cru établir que *parfois* les antennes sont réellement les organes les plus sensibles aux émanations odorantes ; mais il a vu cette sensibilité persister chez des Fourmis privées de leurs antennes ; ce n'est donc pas par celles-ci exclusivement que s'exercerait l'odorat ; il arriverait même, notamment chez la Courtilière, que les palpes seraient plus sensibles aux odeurs que les antennes ; ailleurs, chez la Blatte par exemple, les cerques pourraient aussi les percevoir ; en faisant varier les substances odorantes, M. Graber observait que tantôt les palpes, tantôt les antennes étaient plus rapidement excités.

En résumé, il concluait que les Insectes perçoivent les odeurs, non pas par un organe spécial, mais par toute portion de tégument mince et munie de terminaisons nerveuses excitables.

Mais M. Plateau fait observer très judicieusement que les Insectes, dans leur vie normale, qu'ils cherchent leur nourriture ou qu'ils soient préoccupés du rapprochement sexuel, ne sont pas guidés par des odeurs intenses, comme celles que M. Graber essayait sur eux dans son laboratoire, mais par des émanations tellement faibles qu'elles nous échappent le plus souvent.

La peau suffit-elle pour les percevoir ? Évidemment non ; elles ne peuvent impressionner que les organes les plus sensibles, et M. Plateau prouve définitivement, par une expérience qu'on peut répéter facilement, que ce sont les antennes.

Pendant un mois, il a tenu, enfermées dans un grand cristallisoir, deux Blattes auxquelles il avait coupé les antennes, et deux autres dont il avait enlevé les palpes. Au milieu du cristallisoir, dans une boîte en carton assez haute, il a mis du pain humecté de bière ; ce liquide a une odeur faible, et les Blattes en sont très friandes. Chaque soir, M. Plateau venait constater quels étaient les individus qui avaient réussi à découvrir les aliments.

Or jamais une seule des Blattes qui avaient perdu leurs antennes n'y est parvenue ; leurs palpes et leurs cerques, qui étaient intacts, n'avaient donc pas été impressionnés par l'odeur de la bière.

(1) *Comptes rendus de la Société entomologique de Belgique*, juin 1886.

L'odorat est donc établi chez les Insectes dans les mêmes conditions que le tact chez les Vertébrés ; certes notre peau presque tout entière exerce un toucher vague, mais les doigts ne sont-ils pas les organes spéciaux réservés à ses opérations les plus délicates ? Pareillement, chez les Insectes, les antennes seules perçoivent les odeurs faibles, qui échappent à la grossière olfaction de certaines portions du tégument.

Les animaux cosmopolites (1). — Les études embryologiques et anatomiques absorbent aujourd'hui à peu près exclusivement l'activité des naturalistes et occupent presque toute l'étendue des traités ; quant à la distribution des animaux à la surface du globe et aux lois qui la régissent, on la passe sous silence complètement ou peu s'en faut; aussi s'accrédite-t-il à ce sujet beaucoup d'idées inexactes. C'est ce que déplore un interprète, certainement très autorisé, de la zoologie actuelle, M. Plateau.

S'il est une erreur profondément enracinée, c'est la croyance que chaque espèce est cantonnée rigoureusement dans une aire circonscrite par des mers, des fleuves, des chaînes de montagnes, ou par des différences dans le climat, la végétation, la température et la profondeur des eaux, etc.

A la vérité, ce cantonnement se vérifie pour certaines espèces, entre autres pour l'Orang-outang et l'Aye-aye qui sont en quelque sorte parqués, l'un à Bornéo, l'autre à Madagascar.

Mais, si l'on néglige ces quelques exceptions, on doit reconnaître que la plupart des formes ont une aire de dispersion très étendue ; on constate même que plusieurs espèces s'étendent dans les deux hémisphères et que certaines font même le tour entier de la terre. La liste de ces animaux, complètement ou presque cosmopolites, est singulièrement augmentée depuis les grandes croisières scientifiques effectuées en ce siècle.

En voici quelques exemples, extraits du très intéressant article de M. Plateau.

La Taupe commune se rencontre depuis l'ouest de l'Europe jusqu'au Japon ; il en est de même de l'Oreillard ; une autre espèce de chauve-souris, la Sérotine, s'observe depuis l'Europe occidentale jusqu'en Chine, en Californie et dans l'Amérique centrale.

(1) *Revue de Genève*, t. II, 1886.

Le cachalot habite les océans des deux hémisphères.

L'albatros fait presque le tour du globe.

La tortue franche peut être regardée comme absolument cosmopolite.

Une dispersion énorme est même présentée par des Invertébrés dont les habitudes sont éminemment sédentaires. Ainsi, le Poulpe habite les Antilles, les côtes du Brésil, les côtes européennes, Natal, l'île Maurice et l'Inde.

Plusieurs Crustacés marins se retrouvent sous des latitudes très différentes. D'ailleurs il faut s'attendre à constater une grande uniformité dans les faunes abyssales, parce que la température, qui est l'élément dominant dans la distribution des animaux, est à peu près constante dans les grandes profondeurs.

On rencontre notre Araignée domestique en Asie, en Océanie, et en Amérique; à la Nouvelle-Zélande, on a trouvé l'Amaurobie féroce, sorte d'Araignée qui habite toute l'Europe.

La Sauterelle voyageuse habite normalement un énorme territoire qui s'étend entre Madère à l'ouest et les îles Fidji à l'est, et d'autre part depuis le 50e degré de latitude nord jusqu'au 40e de latitude sud.

Parmi les Papillons, la Vanesse du chardon habite toute l'étendue des continents, sauf l'Amérique méridionale et les régions arctiques.

A. Buisseret.

VERTÉBRÉS

—

L'œil pariétal (1). — Chacun sait que la glande pinéale, ou épiphyse, est une sorte d'excroissance posée sur le plafond du

(1) E. D. Cope. *The position of Pterichthys in the System.* American Naturalist, mars 1885, pp. 289-291.

H. W. de Graaf. *Zur Anatomie und Entwicklung der Epiphyse bei Amphibien und Reptilien.* Zoologischer Anzeiger, 1886, n° 219, pp. 191-194 et 1 gr. dans le texte.

troisième ventricule du cerveau des Vertébrés. C'est, si je ne me trompe, dans cet organe que Descartes plaçait le siège de l'âme chez l'homme. Il est connu, en outre, que nombre de Reptiles et de Batraciens exhibent, soit entre les pariétaux, soit à la limite de ces os et des frontaux, un trou, rempli pendant la vie de tissu connectif, et au-dessous duquel se trouve précisément la glande pinéale. La signification morphologique de cette glande pinéale est restée obscure jusque dans ces derniers temps. Les uns, avec Geoffroy Saint-Hilaire, Owen et Ray-Lankester la considéraient comme marquant la position de la bouche primitive ; d'autres, avec Ahlborn et Rabl-Ruckard, croyaient qu'elle était le reste d'un organe spécial de sens, bien développé jadis et devenu rudimentaire.

Un naturaliste hollandais, M. H. W. de Graaf, en a fait récemment l'objet d'une étude monographique, et a notamment consigné les conclusions de ses recherches dans le *Zoologischer Anzeiger*. La lecture de sa notice engagea M. W. Baldwin Spencer, élève de M. le professeur Moseley à l'université d'Oxford, à examiner la structure de ladite glande chez *Hatteria*, curieux lézard néo-zélandais dont il s'occupait alors. Les résultats furent surprenants, cet organe exposant dans l'animal en question sa véritable nature avec une clarté admirable. Il n'y avait plus de doute : *la glande pinéale était un œil* (qu'on nomma *œil pariétal*), rudimentaire il est vrai, mais avec cornée, cristallin, rétine et nerf optique !

Comme divers Reptiles et Amphibiens fossiles montrent un large trou pariétal, et qu'ils devaient en conséquence posséder une glande pinéale volumineuse, plusieurs auteurs ont pensé qu'elle fonctionnait encore chez eux comme organe de vision. Ç'aurait donc été des *Vertébrés à trois yeux !* M. Wiedersheim, professeur d'anatomie à l'université de Fribourg, prétend même que la glande pinéale joue encore aujourd'hui, chez plusieurs lézards, le rôle d'un œil ; car, dit-il, la peau qui la recouvre est transparente.

W. Baldwin Spencer. *The Parietal Eye of Hatteria.* NATURE, 13 mai 1886, pp. 33-35 et 2 gr. dans le texte.

H. W. de Graaf. *Bijdrage tot de kennis van den Bouw en de Ontwikkeling der Epiphyse bij Amphibiën en Reptiliën.* Leyde, A. H. Adriani, 1886.

R. Wiedersheim. *Ueber das Parietalauge der Saurier.* ANATOMISCHER ANZEIGER, 15 août 1886, pp. 148-149.

E. D. Cope. *The Sense Organ in the Pineal Gland.* AMERICAN NATURALIST, août 1886, p. 736.

Enfin, des Poissons placodermes du Vieux Grès Rouge étant dépourvus d'orbites paires, mais ayant un énorme trou pariétal, M. Cope est disposé à croire que ces animaux énigmatiques n'avaient qu'*un seul œil au sommet du crâne,* l'œil pariétal. Pour diverses raisons, que j'exposerai en temps et lieu convenables, j'adhère à cette opinion. Toutefois, je ne puis considérer, ainsi que le fait le célèbre naturaliste de Philadelphie, l'œil pariétal comme étant la source, par dédoublement *(Cephalaspis* formant le passage, selon M. Cope) des yeux pairs ordinaires des Vertébrés. La présence simultanée (chez *Hatteria,* par exemple) de l'œil pariétal et des yeux pairs montre bien que le premier est un organe tout à fait indépendant des seconds.

P. S. Depuis l'époque où j'écrivais les lignes qui précèdent, quelques travaux importants se sont ajoutés à ceux mentionnés plus haut. Ce sont : une communication préliminaire de M. W. Baldwin Spencer, dans les *Proceedings* de la Société royale de Londres (1886) ; puis, le mémoire définitif de cet auteur (W. Baldwin Spencer ; *On the presence and structure of the pineal eye in Lacertilia.* Quart. Journ. Microsc. Science. 1886. 76 p. 8° et 7 pl. col.) ; enfin, une publication de M. le professeur H. Credner, dont nous aurons l'occasion de parler plus loin.

Voici les conclusions de M. Baldwin Spencer :

I. Nos connaissances actuelles sont insuffisantes pour déterminer, chez *Amphioxus,* une structure homologue de l'œil impair des Tuniciers ou de l'œil pinéal.

II. L'épiphyse des *Chordata* (animaux pourvus, à l'état adulte ou à l'état larvaire, d'un axe squelettique appelé corde dorsale) supérieurs est homologue de l'œil larvaire des Tuniciers.

III. L'œil pinéal était surtout développé :

1. Chez les Amphibiens fossiles (Labyrinthodontes) ;

2. Chez ces formes éteintes *(Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Iguanodon,* etc.) qui peuvent être regardées comme les ancêtres des Reptiles et des Oiseaux actuels.

Je ferai sur ces conclusions les remarques suivantes :

I. Il y a lieu de féliciter M. Spencer de ce qu'il a changé le nom d'*œil pariétal* en celui d'*œil pinéal;* car, indépendamment de toute autre considération, le trou pariétal n'est point toujours percé exclusivement dans l'os pariétal.

II. Je m'étonne quelque peu de ce que les Placodermes du Vieux Grès Rouge n'aient point appelé l'attention du naturaliste anglais. Ce sont là des types dont la position est encore bien

incertaine malgré les travaux d'Huxley, et ils me semblent représenter une phase inattendue et très ancienne de l'évolution des Vertébrés.

III. Je crois que l'énumération d'*Ichthyosaurus*, de *Plesiosaurus* et d'*Iguanodon* comme ancêtres des Reptiles et des Oiseaux n'est pas très heureuse. Les êtres en question sont des types beaucoup trop spécialisés pour avoir laissé une descendance parmi les Sauropsides de nos jours.

IV. Enfin, sauf de très rares exceptions (moule de la cavité cérébrale conservé), on ne peut juger, chez les fossiles, du développement de l'œil pinéal que par la grandeur du trou pariétal. Or, *Iguanodon* n'a pas de trou pariétal (L. Dollo. *Quatrième note sur les Dinosauriens de Bernissart.* Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg. t. II. 1883); M. Spencer a donc tort de dire que l'œil pinéal était " most highly developed „ dans le Dinosaurien dont il s'agit.

Les ornements dans la couleur des animaux (1). — Th. Eimer a émis l'opinion que les dessins, dans la coloration des animaux, formaient primitivement des bandes longitudinales, qui furent interrompues ultérieurement pour constituer des taches, lesquelles se soudèrent à leur tour pour composer des anneaux ou ocelles. Cette idée reçoit une confirmation par l'étude du développement de beaucoup de types. Cependant le docteur W. Haacke vient de signaler un poisson australien *(Helodes scotus)* qui s'écarte de cette règle. En effet, à l'état adulte, il est orné de huit bandes longitudinales noires; les jeunes, au contraire, ont en outre une série de lignes transversales moins foncées, qui disparaissent lorsque le poisson arrive à maturité.

Embryogénie des Marsupiaux (2). — L'étude du développement de ce groupe intéressant était de nature, selon l'éminent embryologiste d'Erlangen, à éclairer la signification d'un grand nombre de problèmes, particulièrement la formation spéciale des feuillets blastodermiques chez les Mammifères placentaires, la métamorphose d'un appareil respiratoire transpiratoire (l'allantoïde) en un appareil de nutrition pour l'embryon (le placenta), la

(1) *Journ. Roy. Micr. Soc.* Février 1886.

(2) E. Selenka. *Ueber die Entwickelung des Opossums* (Didelphys virginiana). Biolog. Centralblatt. V. n° 10, pp. 294-295.

différenciation de certains organes, etc. C'est pourquoi M. Selenka fit tous ses efforts pour entreprendre cette étude. Ce n'était pas chose aisée, car, durant son séjour au Brésil (en hiver), il ne put obtenir de Marsupiaux arrivés à maturité sexuelle. De plus, il lui fut impossible de rien avoir de convenable des jardins zoologiques. Il fit venir alors huit de ces Mammifères à Erlangen, mais tous moururent avant d'avoir atteint l'état adulte. Enfin, grâce à M. K. Hagenbeck, de Hambourg, il parvint à s'en procurer une nouvelle série, qui résistèrent bien à l'hiver et qui commencèrent à se reproduire au printemps. Sept femelles fournirent, en quelques semaines, une centaine d'embryons donnant tous les stades du développement. Voici maintenant les principaux résultats du naturaliste allemand :

1. Deux spermatozoïdes se développent dans chaque spermatoblaste du mâle. Ces spermatozoïdes restent unis, toutefois, pendant très longtemps. Les spermatozoïdes arrivés à maturité et qui sont pris dans le vagin de la femelle quelque temps après la copulation, sont tous des cellules couplées avec un double fouet ; néanmoins celles-ci se séparent quelque temps après.

2. La fertilisation des œufs a toujours lieu cinq jours après la copulation.

3. Treize jours après la copulation, des jeunes sont déjà dans la poche.

4. Trois jours seulement avant la naissance, les plis amniotiques se rejoignent au-dessus du dos de l'embryon.

5. Des restes du vitellus persistent jusqu'au troisième jour avant la naissance.

6. L'œuf fécondé, mais non segmenté, mesure 5^{mm} de diamètre.

7. Il n'y a jamais plus de 6 jeunes (chez *Didelphys virginiana)* dans la poche de la mère. Toutefois, le nombre des embryons rencontré dans l'utérus est beaucoup plus fort, il varie entre 9 et 27.

La vessie natatoire des poissons et les poumons. — Le professeur Paul Albrecht (1) se refuse à reconnaître comme exacte l'homologie des poumons et de la vessie natatoire, généralement admise jusqu'à ce jour. La raison qu'il donne est que la vessie natatoire est placée du côté dorsal de l'œsophage, tandis

(1) Paris, Carré, 1886.

que les poumons sont situés ventralement. Il regarde, dès lors, la vessie natatoire de *Polypterus* comme un vrai poumon, tandis que celle de *Lepidosteus* ne serait qu'une vessie et rien de plus. Il ajoute encore que *Diodon* et *Tetrodon* possèdent à la fois, morphologiquement, une vessie natatoire et des poumons. Il considère enfin, comme un dernier reste de la vessie natatoire, le diverticulum de l'œsophage de certains animaux comme le porc, par exemple.

Les ligaments ossifiés des Iguanodons (1). — Lorsqu'on examine les squelettes, pour la plupart entiers, des Iguanodons recueillis à Bernissart, notamment ceux des individus Q *(Iguanodon bernissartensis,* Blgr.) et T *(Iguanodon Mantelli,* Owen), actuellement exposés dans la cour des Musées de Bruxelles, l'attention se trouve immédiatement appelée sur un système de petites cordelettes osseuses qui parcourent la colonne vertébrale dans presque toute son étendue : ces cordelettes sont connues sous le nom de ligaments ossifiés. Je me propose de leur consacrer un chapitre important dans ma future monographie des Dinosauriens de Bernissart, et j'ai même l'intention d'en faire, en attendant, l'objet d'un mémoire spécial dans le *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle,* mémoire destiné à attirer la critique sur mon interprétation avant de l'introduire dans un travail définitif. Cependant, comme je ne pourrai mettre de sitôt ce projet à exécution, j'ai publié, à titre de communication préliminaire, dans le *Livre jubilaire* composé à l'occasion du cinquantenaire de professorat de l'illustre naturaliste de Louvain, M. P. J. Van Beneden, une notice, que je vais résumer brièvement et où sont relatés les résultats auxquels je suis arrivé jusqu'à ce jour.

Et d'abord, les ligaments ossifiés sont-ils bien ossifiés ? ne sont-ils pas plutôt pétrifiés. J'ai cru pouvoir répondre affirmativement à la première question, pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici.

Cela posé, quelle disposition les ligaments ossifiés présentent-ils ? Comme nous l'avons indiqué plus haut, ce sont des sortes de cordelettes osseuses, embrassant, à droite et à gauche, la colonne vertébrale dorsalement aux apophyses transverses, et commençant généralement à la fin de la région cervicale pour se conti-

(1) L. Dollo. *Note sur les ligaments ossifiés des Dinosauriens de Bernissart.* Archives de Biologie de Ed. Van Beneden et Ch. Van Bambeke, 1886, vol. VII, pp. 249-262 et 2 Pl.

nuer, sans interruption, dans les régions dorso-lombaire et caudale, ne s'arrêtant que quand les apophyses épineuses cessent d'exister.

La position des ligaments ossifiés étant, de cette manière, déterminée, cherchons quelles sont leurs relations entre eux. Ils sont groupés essentiellement suivant deux systèmes différents formés de plusieurs couches superposées :

1. Masses longitudinales de cordelettes serrées, confusément entrelacées, inextricable fouillis accompagnant le squelette axial dans les parties susmentionnées.

2. Treillis à mailles rhombiques.

Quelle est, de ces deux dispositions, celle qui est normale et celle qui est accidentelle? Car l'une d'elles est nécessairement accidentelle, puisqu'on les rencontre toutes deux sur le même animal. Il m'a paru que le treillis, pour divers motifs, était la structure normale et, par conséquent, la seule à interpréter dans la suite.

Avant d'aller plus loin, il y a lieu de se poser cette question : les ligaments ossifiés ont-ils déjà été rencontrés chez d'autres Dinosauriens que chez les Iguanodons? Lorsque j'ai écrit la notice que j'analyse, j'ai répondu : non, pour autant que je sache. Cependant, un illustre savant anglais, qui veut bien m'honorer de son amitié, M. J. W. Hulke, m'apprend, dans une lettre que j'ai reçue il y a quelques jours, que deux autres Dinosauriens, le minuscule *Hypsilophodon* et le curieux *Polacanthus*, possèdent aussi des ligaments ossifiés.

Ce nouveau pas fait, à quoi correspondent, chez les autres Vertébrés, les ligaments ossifiés des Dinosauriens, notamment des Iguanodons? J'espère avoir démontré qu'ils représentent principalement la musculature de la région dorso-lombaire devenue ligamenteuse, par suppression des fibres musculaires, puis ossifiée.

Mais, qui dit muscle, dit organe de mouvement. La suppression des muscles entraîne donc la suppression du mouvement, et les ligaments ossifiés nous indiquent que la colonne vertébrale des Iguanodons était d'une grande rigidité, sauf dans la région cervicale. Cette structure est, d'ailleurs, parfaitement compréhensible, surtout pour la région dorso-lombaire; car il était nécessaire que le thorax de ces animaux adaptés à la station droite représentât un complexe solide fortement fixé sur le bassin. Pour le même motif, une pareille disposition n'était pas moins indispensable chez les Oiseaux ; aussi la rencontrons-nous

également dans la plupart d'entre eux, mais les moyens employés pour arriver au résultat voulu sont différents. En effet, chez les Oiseaux, c'est la synostose des vertèbres qui rend la musculature, devenue inutile, rudimentaire, puis ligamenteuse, puis ossifiée; au contraire, chez les Iguanodons, c'est la musculature devenue rudimentaire, puis ligamenteuse, puis ossifiée. qui constitue les liens destinés à assurer la rigidité.

Un détail, intéressant au point de vue physiologique, est que les ligaments ossifiés sont continus du sacrum sur la queue. Dès lors, celle-ci doit être privée de mouvement de latéralité à sa racine, sans quoi les ligaments qui embrassent son axe osseux à droite et à gauche auraient été brisés à chaque déplacement. C'est pour établir cette particularité que nous nous sommes attaché à démontrer que les ligaments ossifiés étaient bien ossifiés et non pétrifiés; autrement, on aurait pu nous objecter que les ligaments étaient élastiques pendant la vie, permettant par conséquent la flexion de l'appendice caudal, et n'étaient devenus rigides que par la fossilisation. Mais, si cette énorme queue ne pouvait bouger latéralement, à quoi servait-elle donc? Nous pouvons répondre qu'en premier lieu elle était employée comme contre-poids à la portion antérieure du corps, en quoi elle était aidée par les muscles caudo-fémoraux, car ceux-ci, lorsqu'ils agissent simultanément, au repos, ou pendant la marche, tirent la queue en bas. De plus, quand l'animal était à terre, l'appendice caudal était susceptible d'être déplacé d'une pièce avec le thorax, et les coups de queue de l'Iguanodon devaient être terribles pour ses ennemis. J'avoue que, pour le moment, je ne m'explique pas aussi bien comment son propriétaire l'utilisait dans l'eau.

Reproduction et gestation des Balénoptères du nord de l'Atlantique (1). — Dans un intéressant mémoire, publié dans le dernier fascicule des *Zoologische Jahrbücher*, M. le docteur G. A. Guldberg, de Christiania, s'occupe, d'une manière détaillée, de la reproduction et de la gestation des Balénoptères du nord de l'Atlantique. Voici le résumé de ses observations :

1. La femelle pleine est, règle générale, d'une grosseur remarquable et plus grande que le mâle.

2. La longueur du jeune nouveau-né, qui, d'ordinaire chez les

(1) G. A. Guldberg. *Zur Biologie der nordatlantischen Finwalarten.* Zoologische Jahrbücher (J. W. Spengel). Iéna, 1886, vol. II, fasc. 1, pp. 126-174.

Cétacés, varie entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ de celle de la mère, ne paraît pas descendre au-dessous de $\frac{1}{4}$, mais n'atteint pourtant jamais $\frac{1}{3}$, chez les Balénoptères. A cet égard, il y a une différence entre les Mystacocètes et les Cétodontes; car, chez les Dauphins, le jeune nouveau-né a fréquemment $\frac{1}{3}$ et même plus de la longueur de la mère.

3. La gestation dure de 10 à 12 mois pour les types suivants : *Megaptera boops*, Fabr., *Balænoptera rostrata*, Fabr., *Balænoptera borealis*, Less. et *Balænoptera musculus*, Companyo.

4. Pour ces espèces, l'accouplement et la naissance des jeunes a lieu en hiver.

5. Le jeune accompagne la mère pendant longtemps; vraisemblablement jusqu'à ce qu'il ait atteint la moitié de la taille de celle-ci.

6. La durée de la gestation dépasse une année chez *Balænoptera Sibbaldii*, Gray; il n'y a pas d'époque fixe pour l'accouplement et la naissance des jeunes.

7. Les deux plus grandes espèces de Balénoptères *(Balænoptera musculus* et *Balænoptera Sibbaldii)* n'ont pas un jeune chaque année.

Puisque nous sommes sur ce sujet, ajoutons, avant de finir, quelques renseignements sur la durée de la gestation chez d'autres Mammifères :

Éléphant *(Elephas indicus)*	650 jours.
Girafe *(Camelopardalis giraffa)*	63 semaines.
Chameau	390 jours.
Rhinocéros	18 mois.
Cheval	340 jours.

Tous ces animaux n'ont qu'un jeune à la fois, lequel est d'assez grande taille. Chez les phoques, la durée de la gestation varie de 9 à 12 mois; pour le morse, elle est d'une année.

Distribution géographique des Zèbres et autres espèces chevalines à robe rayée (1). — E. v. Baer a écrit quelque part : " Toutes les espèces chevalines de l'Afrique sont rayées et toutes celles de l'Asie ne le sont point. „ Dans le travail que nous signalons aux lecteurs de la *Revue des questions scientifiques*, M. le doc-

(1) B. Langkavel. *Tigerpferde*. Zoologische Jahrbücher (V. W. Spengel). Iéna, 1886, vol. II, fasc. 1, pp. 117-126.

teur B. Langkavel s'occupe de la distribution géographique des premières. Son mémoire est malheureusement peu susceptible d'analyse, mais il renferme de riches documents, auxquels nous renvoyons les amateurs, sur la question traitée.

Sur la nature cétoïde des Promammalia (1). — Selon le professeur Paul Albrecht, qui appuie sa manière de voir de 38 arguments, si l'on admet la théorie de l'évolution, il faut convenir que les Cétacés se rapprochent le plus des premiers Mammifères qui apparurent sur notre globe. Sans prétendre à une parenté nécessaire entre les Cétacés et les Carnivores pinnipèdes (Phoques, etc....), parenté que repousse d'ailleurs le professeur W. H. Flower, il nous semble que la thèse du savant naturaliste allemand est très discutable ; nous nous réservons de l'examiner en détail ailleurs et à une autre occasion.

L'origine des Athecæ (2). — On sait que les tortues actuelles se divisent en deux groupes :

1. *Athecæ.* Tortues exclusivement marines et chez lesquelles la carapace est indépendante des côtes : elles ne comprennent plus qu'un seul genre : *Sphargis.*
2. *Thecophora.* Tortues marines, fluviales, paludines et terrestres, chez lesquelles la carapace et les côtes forment un bouclier continu. Elles renferment la presque totalité des tortues qui vivent de nos jours.

Jusqu'à présent, on admettait que les *Athecæ* constituaient, au moins au point de vue de la carapace, le type le plus primitif et que les *Thecophora* en étaient dérivés. M. G. Baur, du Muséum de Yale College, renverse ces rapports et croit que les *Athecæ* proviennent des *Thecophora,* par une sorte de délamination de la couche superficielle de la carapace. Je ne pense pas (et j'espère le démontrer sous peu dans le *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle)* que cette opinion soit fondée, malgré les observations du savant naturaliste de New-Haven, d'ordinaire si clairvoyant.

(1) P. Albrecht. *Ueber die cetoide Natur der Promammalia.* Anatomischer Anzeiger (K. Bardeleben). Iéna, 1886, 1er décembre, pp. 338-348.

(2) G. Baur. *Osteologische Notizen über Reptilien.* Zoologischer Anzeiger J. V. Carus). Leipzig, 1886, 22 novembre, pp. 685-690.

Sans en dire plus, pour le moment, je ne vois pas comment, dans sa théorie, il peut exister des parties molles entre la carapace et les côtes de *Sphargis*.

Puisque nous parlons de M. Baur, nous saisirons cette circonstance pour le remercier notamment d'avoir reconnu que nous avons, le premier, correctement déterminé le quadratojugal de *Hatteria*. Nous ajouterons qu'il a parfaitement raison de nous critiquer à l'égard de l'*épiotique* des Amphibiens, qui est bien l'*opisthotique;* nous avions été trompé par une figure du *Manual of the comparative Anatomy of Vertebrated Animals,* ouvrage d'ailleurs excellent, du professeur Huxley.

Enfin, relativement au vomer dentifère de *Hatteria*, nous signalerons, comme autre Reptile se trouvant dans le même cas, *Pseudopus*. Il faudra probablement y ajouter *Champsosaurus* ; c'est un point que je compte éclaircir dans ma *Deuxième note sur le Simædosaurien d'Erquelinnes.*

Développement de Branchiosaurus (1). — L'étude du développement des êtres vivants est, comme chacun sait, entourée de nombreuses difficultés et, bien qu'on s'en occupe activement depuis un certain nombre d'années, elle laisse encore actuellement une foule de questions à résoudre. Que dire, dès lors, de celle des métamorphoses des êtres fossiles! Malgré la délicatesse du sujet, l'éminent paléontologiste et géologue allemand Prof. Dr H. Credner, de Leipzig, vient d'aborder la reconstitution des divers stades par lesquels passait, pour arriver à l'âge adulte, ce curieux Amphibien stégocéphale du Rothliegende qui a nom *Branchiosaurus*. Voici les résultats les plus importants de ce travail.

Les plus petits squelettes de *Branchiosaurus amblystomus* susceptibles de conservation, grâce à un commencement d'ossification, mesurent environ 25mm.

Les larves dont ils proviennent, autrefois nommées *Branchiosaurus gracilis*, respiraient par des branchies. Celles-ci étaient supportées par 4 paires d'arcs branchiaux. Le segment dorsal, cartilagineux, de ces derniers était, sur la face tournée vers l'arc précédent, ou le suivant, garni de dents calcifiées qui ont été

(1) H. Credner. *Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden.* VI. Theil. *Die Entwickelungs geschichte von* Branchiosaurus amblystomus, *Credner*. ZEITSCHRIFT D. DEUTSCH. GEOL. GEZELLS., 1886, pp. 576-632, 4 planches et 13 figures dans le texte.

préservées. Le segment dorsal du premier arc branchial est déjà ossifié chez les larves et, par conséquent, conservé dans les squelettes fossiles.

Dès que les individus de *Branchiosaurus* atteignent une longueur de 60 à 70 millimètres, ils perdent leurs arcs branchiaux et respirent alors par des poumons au lieu de branchies, arrivant ainsi à l'état de maturité. Leur croissance continuant, d'ailleurs, ils finissent par mesurer une longueur de 100 à 130 millimètres.

Le développement du *Branchiosaurus amblystomus* repose donc sur une métamorphose, qui vient le placer dans le voisinage des Salamandres actuelles.

Cette métamorphose est accompagnée des modifications ci-après dans le squelette :

Le crâne court et arrondi antérieurement de la larve prend ultérieurement une forme plus grêle et plus étirée. Cette transformation se fait surtout dans la moitié antérieure du crâne, par l'allongement des os nasaux.

Les dimensions des orbites diminuent avec l'âge, et ce rétrécissement est dû au bord postérieur osseux de ces cavités qui s'étend de plus en plus vers l'intérieur.

A l'anneau sclérotique, vient s'ajouter, chez l'adulte, une mosaïque de petites écailles calcaires, remplissant l'espace compris entre ledit anneau et le bord frontal de l'orbite.

Le trou pariétal, qui servait d'orbite à l'œil pariétal *(v. supra)* est déjà bien exprimé chez la larve.

Les éléments de la ceinture scapulaire ne subissent, pour ainsi dire, point de modification de forme lorsqu'on passe du jeune à l'adulte. Le sternum, au contraire, prend un contour plus net.

Le nombre des vertèbres présacrales passe de 20 à 26, et il y a un raccourcissement relatif de la queue, ce qui s'explique par un déplacement caudo-cranial du bassin.

Les membres deviennent plus massifs et le corps se recouvre de l'armure écailleuse caractéristique.

Les osselets de l'ouïe et l'os carré des Mammifères (1). — Parmi les Vertébrés, la mâchoire inférieure s'articule sur le crâne,

(1) G. Baur. *Ueber das Quadratum der Säugethiere.* Gesells. f. Morphologie u. Physiologie zu München, 1886, pp. 45-57.

chez les Oiseaux, Reptiles, Batraciens et Poissons, à l'aide d'un os intermédiaire très net, mobile ou non, l'*os carré*. Chez les Mammifères, au contraire, cet os est loin d'être apparent et, grâce à l'autorité de naturalistes illustres (Huxley, Gegenbaur, etc.), il est d'usage de dire dans les manuels que, s'il existe, il n'occupe pas, en tout cas, sa place normale; il serait relégué parmi les osselets de l'ouïe (tantôt c'est le marteau, et tantôt l'enclume).

Le professeur Paul Albrecht et moi-même nous sommes élevés, pour des raisons bien différentes et qu'il serait trop long de rapporter ici, contre cette interprétation. Qu'il suffise de dire que le professeur Albrecht a trouvé, après Duvernoy, le véritable os carré des mammifères, occupant la même position que la pièce homologue des autres Vertébrés, et cela simultanément avec tous les osselets de l'ouïe; et que j'ai vu, après Peters, un marteau bien caractérisé chez les Reptiles, et cela simultanément avec un os carré normal.

M. G. Baur vient, aujourd'hui, sur de nouvelles données embryologiques et paléontologiques, nous donner raison.

Longévité des Tortues (1). — M. J. Schreck signale un cas, authentique, dit-il, d'une tortue, *Testudo carolina*, L., qui aurait vécu soixante-deux ans, sans changement notable de taille pendant un grand nombre d'années, et qui serait morte par accident.

Pourquoi les œufs de certains Poissons flottent-ils (2)? — Les œufs de certains poissons flottent parce qu'ils adhèrent à des corps flottants (Baudroie); d'autres, parce qu'ils ont un vitellus homogène moins dense que l'eau de mer (Morue); d'autres, enfin, parce que, tout en ayant un vitellus plus dense que l'eau, ils renferment, à leur intérieur, une goutte d'huile plus ou moins volumineuse *(Macropodus)*.

Les mamelles de l'Éléphant (3). — Tandis que les Ongulés

(1) J. Schreck. *Longevity of Turtles.* American Naturalist, octobre 1886, p. 897.

(2) J. Ryder. *Why do certain Fish Ova float?* American Naturalist, novembre 1886, p. 986.

(3) Spencer Trotter. *The Mammary Gland of the Elephant.* American Naturalist, novembre 1886, p. 927.

ont les mamelles sur l'abdomen, l'éléphant, comme l'homme, les a sur la poitrine. M. Spencer Trotter se demande pourquoi une telle divergence chez des animaux d'aspect si semblable. Il croit en trouver la raison dans ce fait que, chez les Ongulés, la ligne médiane de l'abdomen remonte en arrière, laissant ainsi un grand espace au jeune pour têter commodément; chez l'Éléphant, au contraire, l'inverse a lieu et c'est la région pectorale qui présente le plus de facilités.

Le Bœuf musqué. — Le Bœuf musqué *(Ovibos moschatus*, Gm.), qui est aujourd'hui relégué en Amérique, au nord du 57e parallèle et qui remonte jusqu'à 82°27' lat. N., habitait, à l'époque quaternaire, tout le nord de l'ancien monde et descendait jusqu'aux Alpes et aux Pyrénées; on l'a rencontré également, dans les dépôts de cet âge, près du détroit de Behring, dans la presqu'île d'Alaska. Ses restes sont associés, dans les terrains, à ceux du Mammouth, du Renne, de l'Élan, etc.

Contrairement à ce qu'on serait tenté de croire, d'après son nom, cet animal n'appartient pas à la famille des *Bovidæ*, mais à celle des *Ovidæ;* en d'autres termes, comme de Blainville l'a reconnu le premier, ce n'est pas une espèce de bœuf, mais une sorte de mouton.

Le musée de Bruxelles vient d'exposer, dans ses galeries, de beaux restes d'un individu recueilli dans une tranchée, à l'intérieur de couches de l'âge du Mammouth, près de Tirlemont. La présence de l'*Ovibos* n'avait pas encore été, croyons-nous, signalée en Belgique, quoique sa distribution géographique à l'époque quaternaire la rendît indubitable.

J'espère pouvoir bientôt entretenir plus au long les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* de cet intéressant Mammifère, sur lequel je prépare en ce moment un mémoire original, destiné à la Société d'anthropologie de Bruxelles.

Les Carcharodons. — Les Carcharodons sont de grands requins qui ne sont plus représentés de nos jours, que par une seule espèce *(C. Rondeleti)*. Mais, durant les temps géologiques, ils offrirent une grande variété de formes. Les dépôts rupéliens (oligocène moyen) des environs de Boom et de Rupelmonde ont fourni de beaux débris d'une espèce éteinte : *C. heterodon,* Ag. Le musée de Bruxelles a acquis, dans le courant de cette année, la plus grande partie de deux magnifiques squelettes de ce type,

mesurant, l'un $8^{m}60$, l'autre 7^{m}. Ces ossements ont fait l'objet d'un essai de restauration, pour lequel un jeune *C. Rondeleti*, que j'ai pu étudier au British Museum, grâce à l'obligeance du Dr A. Günther et de M. G. A. Boulenger, a servi de base. Une portion des mâchoires cartilagineuses calcifiées a été préservée. Les deux spécimens sont actuellement visibles dans la *Salle d'Anvers* de l'établissement. De même que pour le Bœuf musqué, je compte pouvoir revenir prochainement dans la *Revue* sur ces remarquables Sélaciens.

Les espèces de Machærodus (1). — Tout le monde connaît les redoutables Félins à dents en lame de sabre qui vécurent dans l'ancien et le nouveau monde aux époques géologiques. Sans parler des nombreux caractères qui en font le groupe le plus spécialisé des Chats, dans le sens le plus large du mot, on sait que, notamment, au lieu d'avoir les canines, supérieure et inférieure, sensiblement de même volume, comme chez les types actuels, les canines supérieures étaient, chez eux, infiniment plus développées, descendant le long de la mâchoire inférieure, dans un évidement spécial, et protégées par une apophyse bizarre, partant de la région symphysienne de la mandibule; en outre, au lieu d'être à section ronde ou ovale, elles étaient tranchantes et dentelées en arrière.

Dans le travail que nous signalons aujourd'hui, M. R. Lydekker s'occupe des espèces d'un des genres de Félins à dents en lame de sabre : le genre *Machærodus*.

Selon lui, les formes *miocènes* de Pikermi et d'Eppelsheim seraient identiques et appartiendraient à *M. aphanistus*, Kaup, = *M. leoninus*, Wagner. Elles seraient caractérisés par la présence de deux prémolaires dans la mandibule, et par ce fait que les rameaux de cette dernière sont relativement assez allongés.

M. cultridens, du pliocène du Val d'Orno et du Forest-Bed, a les rameaux de la mâchoire inférieure plus courts et ne montre plus qu'une prémolaire dans la mandibule.

M. latidens, du quaternaire, est vraisemblablement identique avec *M. cultridens*.

M. neogæus, de l'Amérique du Nord, n'a également qu'une prémolaire, mais elle est plus forte que celle de *M. cultridens*.

(1) J. Backhouse. *On a Mandible of Machærodus from the Forest-Bed ; with an Appendix by R. Lydekker*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1886, p. 130.

M. meganthereon, enfin, est un type de petite taille dont les incisives supérieures ne sont pas dentelées.

Un Cachalot fossile (1). — Le savant paléontologiste du *Geological Survey* du Royaume-Uni, M. E. T. Newton, vient de publier un travail sur quelques Cétacés fossiles de l'Angleterre, notamment sur le Cachalot.

Aujourd'hui, ce dernier animal habite les mers tropicales et les parties chaudes des régions tempérées, quoiqu'il ne soit pas rare qu'on le rencontre sporadiquement plus au nord, ou plus au sud. C'est ainsi que sa présence a été assez souvent signalée sur les côtes d'Angleterre; un spécimen échoua, en particulier, sur l'île de Skye, en 1871. Jusqu'à présent, les Cétacés *fossiles* physétéroïdes n'avaient pu être identifiés avec le véritable Cachalot; il est donc intéressant de constater, avec certitude, que cette forme existait déjà à l'époque pliocène.

Outre le Cachalot, M. E. T. Newton signale encore, dans le Forest-Bed, une Balénoptère, une vraie Baleine, un Narwal et deux espèces de Dauphins proprement dits.

Le susmaxillaire de l'Iguanodon (2). — Il semblerait qu'après la découverte de Bernissart, toute lumière dût désormais venir de Belgique sur les Iguanodons. L'éminent paléontologiste anglais, M. J. W. Hulke, vient pourtant de faire connaître une pièce d'autant plus intéressante de ces gigantesques Reptiles, qu'elle provient de Cuckfield, la localité où G. Mantell recueillit les premiers restes qui lui servirent plus tard à établir le genre *Iguanodon.* M. Hulke la rapporte à *I. Mantelli,* Ow., tout en admettant l'existence autonome de *I. bernissartensis*, Blgr. Il résulte de là que le type de Mantell serait bien, comme le bloc de Maidstone, *I. Mantelli*, et que *I. bernissartensis* est, de son côté, une forme nouvelle, autrefois confondue avec la première.

L. Dollo.

(1) E. T. Newton. *A contribution to the History of the Norfolk Forest-Bed,* Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1886, p. 316.

(2) J. W. Hulke. *On the Maxilla of Iguanodon.* Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1886, p. 435.

CHIMIE MINÉRALE

—

Partage d'une base entre deux acides. — Lorsque dans une solution deux acides se trouvent en présence d'une base avec laquelle ils peuvent l'un et l'autre former des composés solubles, ils se partagent ordinairement cette base. D'après M. Berthelot, l'acide susceptible de dégager par sa neutralisation la plus grande quantité de chaleur devrait s'emparer de toute la base ; mais en pratique les choses se passent différemment, par suite des actions secondaires et dissociantes qui se produisent au sein du liquide.

M. P. Sabatier (1) a examiné la façon dont se comportent en présence des bases alcalines la première fonction de l'acide chromique (celle qui donne des chromates acides ou bichromates) et la seconde fonction de cet acide (celle qui se trouve dans les bichromates et peut donner des chromates neutres), se rencontrant dans une solution avec d'autres acides d'énergie variable.

Il a reconnu que, si ces derniers sont des acides forts, ils empêchent presque totalement la formation de chromate neutre, mais non celle de bichromate : tel est le cas pour les acides sulfurique (première et deuxième fonction, acide libre et sulfate acide), chlorhydrique et phosphorique (première fonction, acide phosphorique libre). Les acides moins forts, tels que l'acide acétique, l'acide citrique (1re, 2e et 3e fonctions), la 2e fonction de l'acide phosphorique (phosphate monopotassique) et l'acide carbonique (1re fonction) n'empêchent que partiellement la formation de chromate neutre par le bichromate ; la 3e fonction de l'acide phosphorique (phosphate bipotassique), la 2e fonction de l'acide carbonique (carbonate monopotassique) et l'acide borique ne l'empêchent presque pas.

On voit que les fonctions acides l'emportant nettement sur celle du bichromate (2e fonction de l'acide chromique) sont en effet celles qui lui sont aussi supérieures au point de vue thermique :

(1) Communication à la *Société chimique de Paris*.

DÉSIGNATION DES FONCTIONS ACIDES.	COMBINAISON DE CES ACIDES avec K_2O — Produit obtenu.	Nombre de calories dégagé, ces corps étant ramenés à l'état solide.
1re fonction de $2H_2SO_4$	$2KHSO_4$	30,9
Fonction unique de 4HCl	4KCl	28,3
1re fonction de $2H_2CrO_4$	$K_2Cr^2O_7$	27,3
2e fonction de $2H_2SO_4$	$2K_2SO_4$	24,„
Fonction unique de $4C_2H_4O_2$	$4KC_2H_3O_2$	22,3
1re fonction de $2H^2CO^3$	$2KHCO_3$	18,8
2e fonction de $2H_2CrO^4$	$2K_2CrO_4$	11,9
2e fonction de $2H^2CO^3$	$2K^2CO^3$	6,8

Solubilité des mélanges salins. — Lorsque deux sels ne sont pas susceptibles de former un sel double, ni de cristalliser ensemble, la solubilité de chacun d'eux est indépendante de la proportion de l'autre qui peut y être mélangée. Tels est le cas pour les mélanges de :

Azotate potassique et azotate plombique,
Chlorure barytique et chlorure ammonique,
Chlorure barytique et chlorure sodique,
Sulfate lithique et sulfate cuivrique,
Sulfate sodique et phosphate sodique.

Mais, lorsque les sels mélangés ont une tendance à s'unir en certaines proportions pour donner des sels doubles, leur solubilité respective dépend de la composition du mélange. Une solution saturée des deux sels étant additionnée d'une nouvelle quantité de l'un de ces sels, les proportions des quantités dissoutes de chacun d'eux changent; le sel ajouté déplace de l'autre sel une quantité variable, suivant les proportions relatives des matières dissoutes. C'est ce qui a lieu notamment pour les mélanges de :

Chlorure ammonique et chlorure cuivrique,
Azotate potassique et azotate ammonique,
Sulfate ammonique et sulfate cuivrique,
Sulfate ammonique et sulfate cadmique,
Sulfate magnésique et sulfate zincique,
Sulfate cuivrique et sulfate ferreux,
Sulfate sodique et sulfate cadmique,
Sulfate sodique et sulfate zincique.

Ainsi, par exemple, la solution saturée à 18°5 d'alun ammoniacal renferme :

Sulfate ammonique . . .	1,42 p. c.
Sulfate d'alumine . . .	3,69 —

Si à 20 c. c. de cette solution on ajoute 6 gr. de sulfate d'alumine cristallisé, le liquide renferme :

Sulfate ammonique . . .	0,45 p. c.
Sulfate d'alumine . . .	16,09 —

Si au contraire la solution d'alun est additionnée de 4 gr. de sulfate ammonique pour 20 c. c., on obtient :

Sulfate ammonique . . .	20,81 p. c.
Sulfate d'alumine . . .	0,29 — (1).

Lorsqu'à une solution saturée de sulfate cuivrique (contenant 14,92 parties de ce sel à l'état anhydre pour 100 parties d'eau à 0°), on ajoute du sulfate ammonique en quantité croissant suivant une progression géométrique, la quantité de sulfate de cuivre dissoute décroît suivant une progression géométrique ; et la courbe de solubilité pourra être représentée par une équation de la forme :

$$m \log y = \log k - \log x,$$

dans laquelle
y = la quantité de sulfate cuivrique dissous (exprimée en équi-
x = — — ammonique dissous [valents).

On trouve par l'expérience pour les valeurs des constantes :

$$m = 0{,}438 \text{ en moyenne}$$
$$\log k = 1{,}295460 \quad —$$

On remarque que le minimum de matières salines totales dissoutes correspond à un nombre de molécules de sulfate ammonique plus grand que celui des molécules de sulfate cuivrique; et que l'influence du sulfate ammonique en proportion donnée sur la solubilité du sulfate cuivrique n'est pas la même que celle du sulfate cuivrique en proportion identique sur la solubilité du sulfate ammonique (2).

(1) Communication de M. Rudorf à la *Deutsche chemische Gesellschaft.*
(2) Mémoire de M. Engel à la *Société chimique de Paris.*

Nouvelles méthodes de dosage volumétrique du soufre. — Pour doser le soufre dans les sulfures, polysulfures, sulfites, hyposulfites, dithionates, tétrathionates, etc., on traite ces corps par un acide de façon à mettre en liberté l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux et le soufre ; l'acide sulfureux et le soufre sont transformés en hydrogène sulfuré au moyen d'hydrogène naissant ; puis l'hydrogène sulfuré total est reçu dans une solution titrée d'iode, des solutions de potasse caustique et d'iodure potassique étant disposées à la suite de celle-ci pour retenir l'iode qui pourrait être entraîné ; enfin les liquides d'absorption sont réunis et l'on y dose l'iode resté en excès. De la quantité d'iode disparu, on déduit celle de l'hydrogène sulfuré formé et partant celle du soufre existant dans le composé. L'acide sulfurique pouvant exister dans la substance ou provenant de l'action de l'acide ajouté (par exemple, en cas de polythionates) n'est pas réduit par l'hydrogène naissant ; on le dose par le procédé ordinaire (1).

Un autre procédé de dosage volumétrique du soufre dans les sulfures consiste à attaquer ceux-ci par de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique (on peut ajouter une petite quantité de zinc pour faciliter l'attaque) ; recevoir l'hydrogène sulfuré qui se dégage dans une quantité mesurée de solution titrée de cuivre ammoniacal ; transformer en chlorure le cuivre non précipité comme sulfure ; et titrer la solution de chlorure cuivrique au moyen du chlorure stanneux (2).

On peut encore doser volumétriquement le soufre dans un sulfure en se basant sur la propriété qu'a le bioxyde d'hydrogène de transformer l'hydrogène sulfuré en acide sulfurique. L'hydrogène sulfuré dégagé sous l'action d'un acide est reçu dans un mélange de bioxyde d'hydrogène neutre et d'une quantité déterminée de solution titrée de soude ; puis on vérifie la perte de titre de cette solution (3).

Dosage acidimétrique de l'acide sulfureux. — Il est basé sur ces faits que l'acide sulfureux est bibasique en présence de la phénolphtaléine, et monobasique en présence de la teinture de cochenille ou de l'hélianthine : 1 c. c. d'alcali décinormal représente 0,0032 gr. de SO_2 avec la phénolphtaléine comme indicateur, et 0,0064 gr. avec la cochenille ou l'hélianthine.

(1) D'après M. von Klobukow, *Deutsche chem. Gesellschaft.*
(2) D'après M. Fr. Weil, *Société chimique de Paris.*
(3) D'après M. Eliasberg, *Deutsche chem. Gesellschaft.*

On peut, d'après cela, doser l'acide sulfureux en présence d'autres acides assez énergiques pour donner avec la cochenille ou l'hélianthine la mesure de leur basicité absolue.

Les sulfites acides sont neutres à la cochenille et à l'hélianthine ; avec la phénolphtaléine ils sont acides et ils exigent, pour donner la coloration rosée de l'indicateur, autant d'alcali qu'ils en renferment déjà.

Les sulfites neutres peuvent être rendus acides par addition d'acide sulfureux ou d'acide chlorhydrique (1).

Emploi de l'orange n° 3 comme indicateur dans l'alcalimétrie. — On trouve aujourd'hui dans le commerce plusieurs produits portant le nom d'Orange n° 3 : ils sont loin d'être tous également propres à servir d'indicateurs.

Celui qui convient le mieux est l'*orange n° 3 ancien*, dit encore *méthylorange :* c'est du diméthylaniline diazo phénylsulfite potassique. Sous l'action de la plus petite quantité d'acide fort, il passe nettement du jaune au rose (pourvu toutefois qu'il n'y ait pas de fer dans la solution, cas auquel le jaune vire à l'orangé avant d'arriver au rose). Il est insensible à l'action des acides carbonique et sulfhydrique ; il permet donc de doser les acides forts, comme l'acide sulfurique, en présence de ces derniers.

L'*orange n° 3 nouveau* de la maison *Poirrier* ne peut servir comme indicateur.

L'*orange n° 3 de Stebbins* (*m*-nitrobenzol azo-β-naphtol disulfite sodique) ne semble pas non plus pouvoir convenir.

L'*orange n° 3 de Wett et Miller* ou la *tropéoline 00* (diphénylamidoazo benzolsulfite potassique) vire du jaune au rouge violacé sous l'action des acides, en passant d'abord par le jaune foncé au moment de la neutralisation. La réaction est moins nette et moins rapide qu'avec le méthylorange.

On distingue la tropéoline 00 à ce qu'une solution étendue de celle-ci, traitée par le chlorure d'or, donne une coloration violette passant rapidement au vert et se maintenant pendant plusieurs jours ; tandis que le méthylorange, sous l'action du chlorure d'or, devient et reste rouge (2).

Dosage volumétrique du chrome. — Depuis longtemps on

(1) D'après M. Ch. Blarez, *Société chimique de Paris.*
(2) D'après M. Engel, *Société chimique de Paris.*

dose le chrome par un procédé volumétrique basé sur la réduction de l'acide chromique par un sel ferreux en excès et le titrage de l'excès de sel ferreux par le permanganate potassique.

$$6\,FeO + 2\,Cr\,O_3 = 2\,Fe_2\,O_3 + Cr_2\,O_3$$
$$6\,Fe = 336 \quad 2\,Cr = 104{,}96$$
$$(1{,}000) \qquad (0{,}313)$$

Le meilleur moyen d'amener à l'état de solution d'acide chromique (exempte d'acide azoteux, de chlore libre et de tout autre corps étranger pouvant oxyder les sels ferreux) le chrome renfermé dans les minerais et dans les produits de fabrication est, d'après M. Vignal, de traiter la solution azotique ou sulfurique concentrée et bouillante de la substance par du permanganate potassique jusqu'à formation d'un précipité brun persistant, et de filtrer sur de l'amiante pour séparer le bioxyde de manganèse précipité.

$$5\,Cr_2\,O_3 + 6\,KMnO_4 = 3\,K_2\,O + 10\,CrO_3 + 6\,MnO,$$
$$10\,Cr = 524{,}8 \quad 948{,}78$$
$$(1{,}00) \qquad (1{,}81)$$
$$MnO + 2\,KMnO_4 = K_2\,O + O + 3\,MnO_2.$$

On peut déjà, d'après la quantité de permanganate potassique nécessaire pour produire un précipité de bioxyde, se rendre compte approximativement de la quantité de chrome renfermée dans la solution. Il faut, dans cette évaluation, tenir compte de la nécessité d'employer un léger excès de permanganate (soit $\frac{1}{10}$ environ) pour obtenir un précipité bien apparent et persistant.

On prend alors une quantité déterminée de la solution suffisamment diluée, et on y ajoute un excès de solution titrée de sel ferreux. L'acide azotique étendu que peut contenir le liquide est sans action sur ce sel.

Pour le dosage de l'excès de sel ferreux dans la solution verte d'oxyde chromique, on ajoute le permanganate titré jusqu'à production d'une teinte vert sale.

Les aciers chromés et les laitiers de haut fourneau au ferro-chrome, attaquables directement par l'acide azotique à 22°, comme aussi le ferro-chrome et les fontes au chrome solubles dans l'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau, peuvent donc être analysés facilement par ce procédé.

Pour les minerais de chrome, il est souvent nécessaire de les

désagréger avec une partie de carbonate sodique et une partie de nitrate potassique dans un creuset de platine. La masse fondue, reprise par l'eau, abandonne à celle-ci le chrome à l'état d'acide chromique, qu'on peut doser directement par le sel ferreux (1).

Production de taches noires sur la patine des monuments en bronze. — L'action de l'eau et de l'acide carbonique renfermés dans l'air forme sur le bronze des monuments une couche verte d'hydrocarbonate cuivrique qu'on nomme *patine.* Cette couche retient les poussières, surtout dans les parties plus ou moins rugueuses ; et ces poussières à leur tour, constituées de matières minérales et organiques diverses, réagissent chimiquement sur le carbonate et l'hydroxyde cuivriques de la patine. Elles agissent notamment par l'ammoniaque et aussi par les corps réducteurs provenant de la décomposition des matières d'origine organique. M. C. Hassack a en effet étudié l'action de ces divers agents sur le carbonate de cuivre basique ; et il a reconnu que sous l'action des alcalis, et surtout sous celle des réducteurs, le carbonate perd presque tout son acide carbonique et passe du vert au brun noir. Bref les taches de couleur foncée altérant le vert de la patine sout formées d'un mélange d'oxyde cuivrique, cuivre métallique, sels ammoniques, silice, etc. On peut les enlever par le lavage avec une solution de cyanure potassique, lequel dissout les composés noirs du cuivre sans attaquer le bronze (2).

J. B. André.

SCIENCES INDUSTRIELLES

Évaporation des dissolutions salines par l'application des forces mécaniques. — La réduction de 1 kilogr. d'eau en

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris.*
(2) *Dingler's polytechnisches Journal.*

vapeur exige, comme on sait, d'abord 100 calories pour élever sa température à 100°, puis 537 calories pour déterminer sa vaporisation. Ces 637 calories sont entièrement perdues si la vapeur est abandonnée librement à l'atmosphère ; on peut au contraire les récupérer presque totalement et les appliquer à la vaporisation d'un second kilogramme d'eau, en suivant le procédé imaginé par M. Piccard.

Ce procédé est appliqué déjà en maints endroits à l'évaporation de la saumure (eau salée), notamment à Bex (Vaud), à Ebensee (Salzkammergut), à Schœnebeck (Prusse), à Maixe (Meurthe-et-Moselle) et à Salies-du-Salat (Basses-Pyrénées). L'économie réalisée sur les anciens procédés y est, paraît-il, de plus de 90 p. c.

La vapeur émise par la solution saline est aspirée dans le cylindre d'une pompe, puis comprimée dans ce cylindre jusqu'à 2 atmosphères par le mouvement rétrograde du piston ; sa température s'élève, par suite de cette compression, à 126° environ. Elle est ensuite refoulée par le piston dans un serpentin immergé dans la saumure. Celle-ci, n'ayant qu'une température de 100°, agit sur la vapeur du serpentin à la façon d'un réfrigérant ; cette vapeur revient elle-même à la température de 100° et, en se condensant, communique à travers le métal du serpentin au bain d'évaporation toute sa chaleur latente, ainsi que l'excédent de 26 calories résultant de la compression dans la pompe, soit 563 calories. Finalement l'eau provenant de la condensation de la vapeur est amenée dans un second serpentin au contact de la saumure froide ; elle transmet à celle-ci les 100 calories qu'elle retenait encore. Bref la saumure récupère ainsi, théoriquement, les 637 calories par kilogramme entraînées avec la vapeur, et elle acquiert en plus les 26 calories produites par la compression. Dans la pratique, il se perd une quantité de chaleur équivalant à peu près à ces 26 calories ; mais toujours est-il qu'après l'échauffement initial du bain d'évaporation la seule dépense à faire est celle de la force motrice nécessaire à la manœuvre de la pompe : le faible dégagement de chaleur correspondant au fonctionnement de cette pompe suffit à provoquer à peu près indéfiniment la récupération du calorique exigé pour la suite de l'opération (1).

Four électrique à aluminium. — M. Cowless est parvenu

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement.*

à réduire l'oxyde aluminique en aluminium métallique, sous l'action du charbon et avec l'aide de la chaleur de l'arc voltaïque, dans des fours spéciaux.

La " Cowless electric smelting and aluminium Company „ à Cleveland (Ohio), possède un grand nombre de ces fours, desservis par plusieurs machines dynamo.

Les premiers fours établis par M. Cowless ont des parois réfractaires de $0^m,20$ d'épaisseur. Leur section est rectangulaire : longueur $1^m,50$, largeur $0^m,30$, profondeur $0^m,30$. Au-dessus est placé un couvercle en fonte, muni de deux ouvertures de 7 centimètres de diamètre pour l'échappement des gaz. Aux deux extrémités du four sont ménagées des ouvertures laissant passage à des charbons de 7 centimètres de diamètre et $0^m,75$ de longueur, lesquels sont reliés par des armatures en cuivre au circuit électrique.

Avant de charger le four, on le garnit avec de la chaux ou plutôt avec un mélange de chaux et de poudre de charbon, pour empêcher sa destruction rapide sous l'action de la chaleur. On étend d'abord une couche de ce mélange sur la sole du four jusqu'à la hauteur des charbons ; puis, ceux-ci étant rapprochés de façon à ce que leurs extrémités ne soient plus distantes que de quelques centimètres, on place au-dessus un cadre rectangulaire en fer, laissant entre son pourtour et la paroi du four un espace de 6 centimètres environ : cet espace est également rempli du mélange de charbon et de chaux.

Dans la partie libre du milieu, qui présente environ $0^m,90$ de longueur, sur $0^m,20$ de largeur et $0^m,15$ de profondeur, et où se trouvent les extrémités des électrodes de charbon, on introduit alors la charge. Si l'on veut produire du bronze d'aluminium, cette charge est composée de :

Cuivre granulé	7 à 8 kilos.
Corindon brisé	5 à 6 —
Charbon grossièrement concassé .	Quelques kilos.

On enlève ensuite le cadre en fer, on répand sur toute la masse une couche de charbon brut, on met le couvercle, on lute avec de l'argile et on introduit le courant.

On a construit récemment à l'usine de Cleveland des fours de dimensions plus grandes, où l'on charge jusqu'au delà de 50 kilos.

Les machines dynamo sont aussi de puissance diverse. La

plus petite peut produire un courant d'environ 1600 ampères, avec une force électromotrice de 45 volts. La plus grande peut fournir un courant de 3200 ampères et 80 volts : c'est la plus forte machine que l'on ait construite jusqu'ici ; elle sort des ateliers de la compagnie Brush.

Voici quelle est la marche de l'opération avec les petits fours et les petites machines.

Au début, l'intensité du courant est ramenée, au moyen d'une boîte de résistance, à 1000 ampères environ. Bientôt il se produit dans le four un sifflement et un bruit aigu ; par l'orifice du couvercle s'échappe une longue flamme vert-jaune, puis passent des vapeurs légères, ensuite apparaît une flamme jaune-blanc. On laisse alors l'intensité du courant s'élever jusque vers 1400 ampères. Puis on retire peu à peu les électrodes, de façon à réduire progressivement toute la charge : au bout d'une heure environ la réduction est complète.

Dans les fours de grandes dimensions, l'opération dure à peu près 5 heures.

La réduction terminée, on interrompt l'arrivée du courant, on laisse refroidir pendant une heure au moins, puis on ôte le couvercle, on verse de l'eau dans le four pour achever de refroidir, et on retire la masse fondue de bronze blanc. On recueille aussi, autour de cette masse, une quantité considérable de carbure d'aluminium ou plutôt d'un mélange de carbone et d'aluminium fondu.

Le bronze blanc renferme 15 à 35 p. c. (soit en moyenne 20 à 22 p. c.,) d'aluminium, avec une petite quantité de silicium. On le refond dans un creuset de graphite par le procédé ordinaire et on le coule en lingots de 25 à 30 kilos. Ces lingots sont ensuite analysés soigneusement, puis refondus avec la proportion de cuivre nécessaire pour obtenir un alliage à 10 p. c. d'aluminium. Les lingots de bronze à 10 p. c. sont soumis à une épreuve à la traction : leur ténacité doit être de 70 kilos par millimètre carré.

Le carbure d'aluminium renferme 30 à 60 p. c. d'aluminium métallique. On en élimine le carbone avec la plus grande facilité.

La production de l'usine de la compagnie Cowless, lorsque il y avait 8 petits fours seulement, était par 24 heures de 45 kilos d'aluminium, à savoir : 150 kilos de bronze à 10 p. c. et 30 kilos d'aluminium métallique en sous-produits. La consommation de force motrice par kilo d'aluminium et par heure était de 60 chevaux-vapeur environ. Depuis la construction des nouveaux fours, cette dépense a été réduite à 30 ou 40 chevaux par kilogr. d'alu-

minium et par heure. La consommation ne devrait être, d'après la théorie, que de 9 chevaux.

Ce procédé semble appelé à un grand avenir. Le prix du bronze aluminium, qui est aujourd'hui de 5 fr. le kilo, pourra, selon les prévisions, être abaissé à 1 fr. 50 environ. Dans ces conditions, il est très probable que les usages du bronze aluminium s'étendront beaucoup, notamment à la fabrication des canons et des armes à feu de tout calibre, des cartouches, des plaques de blindage, des pièces de machines, des tubes sans soudure, des rivets, des boulons, etc., etc.

L'aluminium métallique ne vaudra bientôt plus que 4,50 à 5 francs le kilo et pourra dès lors, comme tel ou sous forme d'alliages divers, recevoir maintes applications utiles (1).

Pipette à densité de M. Amat. — Cet appareil est d'un usage très commode pour la détermination de la densité des liquides. Son emploi conduit plus rapidement au but que la méthode du flacon; et la pipette à densité a sur les aréomètres l'avantage de n'exiger qu'une petite quantité de liquide, de ne présenter aucune difficulté pour le tracé et la vérification de la graduation, et enfin de permettre l'exécution facile des corrections relatives à la capillarité.

C'est une pipette graduée ordinaire, avec un manomètre en forme de U soudé latéralement à la partie supérieure. Lorsqu'on aspire avec la pipette le liquide dont il faut déterminer la densité, le liquide du manomètre s'élève en même temps dans la branche voisine de la pipette, et les deux colonnes liquides se font équilibre.

Si l'on représente par

d la densité cherchée,

d' la densité du liquide manométrique,

a la hauteur de liquide soulevé dans la pipette,

a' la différence de niveau dans les deux branches du manomètre, on aura:

$$\frac{a}{a'} = \frac{d'}{d}, \qquad \text{d'où} \quad d = d'\,\frac{a'}{a}.$$

Si le liquide manométrique est de l'eau, d' peut être considéré comme égal à 1, et

$$d = \frac{a'}{a}.$$

(1) *Journal of the Franklin Institute.*

De la hauteur a, il convient de déduire la partie c qui reste suspendue par la capillarité et qu'on mesure après avoir laissé s'écouler le liquide ; donc

$$d = \frac{a'}{a - c} \text{ (1)}.$$

Pyrométrie. — Le procédé pyrométrique qui est à la fois le plus simple et le plus fidèle, au moins pour ce qui concerne les températures élevées, consiste dans l'emploi de montres fusibles dont on connaît le point de fusion.

On peut faire usage, pour des températures comprises entre 960° et 1075°, des alliages d'or et d'argent ; et, pour des températures plus élevées, des alliages d'or et de platine. Mais ces montres sont coûteuses et assez difficiles à préparer ; et les renseignements qu'elles donnent à partir de 1160° manquent d'exactitude.

Il est préférable d'employer des matières terreuses frittées. Ainsi l'on obtient une montre fondant à 625° en mélangeant ensemble :

Pegmatite	51	parties.
Sable	14	—
Craie	20	—
Borax fondu	15	—
	100	—

M. Seger a établi pour les températures de 1150 à 1700 degrés une série de 20 montres dont voici quelques termes :

N° d'ordre.	Composition : Feldspath	Marbre	Quartz	Oxyde de fer	Kaolin	Température de fusion.
1	83,55	35.„	66.„	16.„	„	1150°
5	83,55	35.„	84.„	„	25.„	1266°
9	83,55	35.„	180.„	„	77.„	1381°
13	83,55	35.„	348.„	„	168,35	1497°
17	83,55	35.„	612.„	„	310.„	1613°
20	83,55	35.„	900.„	„	466.„	1700° (2)

Emploi du chlorure de chaux dans le blanchiment des fibres textiles. — L'addition d'acide sulfurique, chlorhydrique ou

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris.*
(2) *Ibid.*

oxalique au chlorure de chaux met en liberté du chlore libre, qui agit trop fortement sur la fibre et dont les émanations sont malsaines.

L'acide carbonique met en liberté de l'acide hypochloreux, au lieu de chlore. Mais l'inconvénient de l'emploi de l'acide carbonique réside dans son état gazeux et dans la formation de carbonate calcique insoluble.

M. Lunge propose de traiter le chlorure de chaux par une petite quantité d'acide acétique : il se dégage ainsi de l'acide hypochloreux, lequel se décompose en acide chlorhydrique et oxygène. L'oxygène agit sur la fibre ; l'acide chlorhydrique réagit sur l'acétate calcique pour régénérer l'acide acétique (1).

Emploi de l'orpin pour l'épilage des peaux. — Le bisulfure d'arsenic, mélangé d'une petite quantité de trisulfure, est employé sous le nom d'*orpin* pour l'épilage des peaux dans la tannerie. en l'additionnant à de la bouillie ou à du lait de chaux. Il se forme du sulfosel calcique soluble, lequel réagit sur le tissu de façon à permettre aux poils de se détacher.

Les impuretés que peut renfermer l'orpin commercial sont principalement de l'acide arsénieux, du sulfure et du sulfo-arséniate calcique, du sulfure ferreux, du sulfure mercurique (orpin de provenance espagnole), de l'argile et du quartz.

Les taches noires qui se forment quelquefois sur les peaux au contact de l'orpin sont dues à la présence, sur ces peaux, de matières ferrugineuses provenant du contact avec des objets rouillés ou de l'addition de substances plus ou moins ferrugineuses (sel, alun, etc.) faite en vue de leur conservation. Ces matières ferrugineuses réagissent sur le sulfosel calcique et forment du sulfure ferreux noir (2).

Cochenille et carmin de cochenille. — Les meilleures qualités de cochenille contiennent 14 p. c. de matière colorante brute ou 9 à 10 p. c. de principe colorant pur. Pour doser dans la cochenille la matière colorante, on l'épuise par l'eau bouillante ; la solution est précipitée par l'acétate plombique, et le précipité est filtré, lavé, séché et pesé. Dans ce précipité, on dose ensuite le

(1) *Berichte der deutsche chemische Gesellschaft.*
(2) *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

plomb, et l'on déduit du poids total le poids du composé plombique : on obtient ainsi par différence le poids de la matière colorante.

Voici la moyenne des résultats de l'analyse d'un grand nombre de carmins de cochenille :

Perte d'eau par dessiccation à 100°	17 p. c.
Matière protéique	20 —
Cendres	7 —
Matière colorante	56 —
Cires	Traces —
Total.	100

Les cendres ont la composition suivante :

Oxyde stannique	0,67
Alumine	43,09
Chaux	44,85
Magnésie	1,02
Oxyde sodique	3,23
— potassique	3,56
Anhydride phosphorique	3,20
	99,62

Le carmin de cochenille est donc un composé alumino-calcique de la matière colorante et de protéine. Sa nature est acide. Il se dissout entièrement dans l'ammoniaque (1).

J. B. André.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE

La langue bretonne. — M. P. Sébillot nous fournit sur l'aire géographique actuelle de l'ancien idiome des Celtes les détails intéressants qui suivent (2).

(1) D'après une communication de M. C. Liebermann à la *Deutsche chemische Gesellschaft.*

(2) *Revue d'Ethnographie*, t. V, n° 1, pp. 1-30.

La langue bretonne s'étend, depuis la baie de Saint-Brieuc jusqu'à l'embouchure de la Vilaine, le long d'une ligne idéale qui coupe transversalement la province de Bretagne, les départements actuels des Côtes-du-Nord, du Morbihan et du Finistère.

Le nombre des Bretons bretonnants s'y répartit de la manière que voici. Pour le premier de ces départements, on en compte 285 800 sur 627 600 habitants. Le Morbihan est encore mieux partagé : sur 521 600 habitants, 362 800 ont le breton comme langue maternelle. Mais c'est le Finistère qui garde le plus précieusement l'ancien idiome : il ne s'y trouve aucune commune où l'on se serve exclusivement de la langue française. Aussi le chiffre des celtisants s'élève jusqu'à 622 000.

Il y a, dans diverses régions de la France, un nombre assez considérable de colonies bretonnes : Saint-Brieuc en a une forte de 2000 habitants, Rennes et Pontpéan, dans l'Ille-et-Vilaine, comptent 2600 Bretons; 11 000 Bretons ont émigré dans la Loire-Inférieure, à Nantes et à Saint-Nazaire. Enfin, dans Maine-et-Loire, Angers et Trélazé possèdent 8400 Bretons, et, si nous ajoutons à ces chiffres les 3800 Bretons du Havre et les 7000 de Paris et de Saint-Denis, nous arrivons, pour le nombre total des Bretons qui ont quitté le sol de la patrie, au chiffre rond de 34000.

A ces renseignements sur les Bretons de France, M. Sébillot a joint quelques remarques non moins intéressantes sur les Celtes d'Europe et d'Amérique. Il reste dans la Grande-Bretagne et en Irlande, à peu près 417 400 habitants qui ne comprennent que le celtique ; 1 528 200 comprennent le celtique et l'anglais. Aux États-Unis, il existe 300 000 Gallois. En Patagonie, sur le Rio Chubut, s'est établie une colonie galloise qui se sert encore du celtique, et nous avons le témoignage de M. Thiessé, député de la Seine-Inférieure, pour évaluer leur nombre à 15 000. Dans la Nouvelle-Écosse et à l'île du Prince-Édouard, des villages entiers parlent encore le gaélique, et des prêtres écossais y accomplissent en cette langue tout le ministère religieux. Toutefois le nombre de ces Celtes ne dépasse pas 3000.

Pour résumer cette statistique, nous citerons le résultat final des recherches de M. Sébillot : à l'heure présente, dans le monde entier, quatre millions d'hommes peuvent encore se servir de l'ancienne langue des Celtes, un million ne se sert que de cet idiome, et deux millions comprennent en outre une autre langue.

Les Nègres du haut Congo et du Tanganyka occidental. — Nos explorateurs belges dans l'Afrique centrale n'ont

pas seulement jeté les fondements d'une œuvre de colonisation, ils ont aussi travaillé pour la science ethnographique, comme le montrent deux récentes communications du Dr Houzé (1).

Le lieutenant Van Gele a fourni d'utiles contributions pour l'ethnographie des *Baroumbé* du haut Congo, et le capitaine Storms a précisé les caractères ethniques des tribus occidentales du Tanganyka (2).

L'examen craniométrique des Baroumbé, du moins pour les deux sujets étudiés par M. Houzé, les rattache à la race brachycéphale différente des Nigritiens proprement dits. La couleur de la peau confirme cette manière de voir : les Baroumbé n'ont pas le teint noir de jais des Sénégalais et des Guinéens, leur peau est couleur chocolat.

Il semblerait que chez les Baroumbé il y a une diminution réelle de la sensibilité périphérique. Aussi pratiquent-ils sans se plaindre toutes sortes de mutilations : perforation de la cloison nasale et de la lèvre, circoncision, tatouage. Le régime alimentaire consiste presque tout entier en végétaux et en poissons, le costume est des plus simples, bien que le goût pour la parure soit très prononcé.

Signalons encore la polygamie, le culte des morts qui constitue à peu près tout l'ensemble des idées religieuses. Le commerce est nul et ne se fait que par échange.

Pour les mœurs et les usages, il y a d'assez grandes ressemblances entre les Baroumbé du haut Congo et les tribus du Tanganyka. S'il y a des divergences craniologiques, M. Houzé est cependant d'avis que, comme les Baroumbé, les riverains du Tanganyka sont les descendants, altérés sans doute, des Akkas.

Cette double étude fournit à M. Houzé l'occasion de formuler les conclusions générales que voici sur l'état présent de l'ethnologie africaine.

Sans parler des Méditerranéens, il y a en Afrique trois grandes races : une race rouge, de taille élevée, sous-dolichocéphale, au nez droit et aux cheveux noirs non laineux. C'est à elle qu'appartiennent les Égyptiens et les Cafres. Ces derniers cependant ont perdu la couleur de la peau et modifié la chevelure

(1) A la Société d'anthropologie de Bruxelles, séance du 29 juin 1885 et du 3 mai 1886.

(2) Rappelons que ces officiers avaient été précédés dans la voie par le Dr Dutrieux qui a étudié les *Ounyamouésis* de Zanzibar. *Bull. Soc. belge de Géogr.*, 1880, n° 1.

qui ont pris un caractère nigritien à cause de l'influence numérique de l'élément conquis.

Une seconde race est celle des Akkas brachycéphales, de petite taille, les pygmées d'Hérodote, qui ont aujourd'hui presque disparu, mais qui ont marqué leur empreinte sur la plupart des tribus de la zone équatoriale dont ils ont abaissé la taille et fait monter l'indice céphalique.

Les Bushman constituent une race jaunâtre également de petite taille. Nous en avons parlé dans un précédent bulletin (1).

Enfin il y a la race noire proprement dite, les Nigritiens dolichocéphales, aux traits grossiers, aux cheveux laineux.

Il est rare toutefois, conclut M. Houzé, de rencontrer encore des types purs, tous les caractères sont mélangés, intriqués, et il faudra que l'on possède des séries nouvelles et nombreuses avant d'arriver à lever le voile qui couvre encore le continent mystérieux.

Les Bangallas. — Dans une conférence faite le 1er mai 1886 à la Société de géographie commerciale de Paris, M. Westmark donne les détails suivants sur ces cannibales du haut Congo (2).

Les Bangallas, ou Mangallas dans la langue indigène, occupent sur les rives du Congo les territoires d'Iboko, de Boukounzi, de Boukoumbi, de N'Pombo Bongate, de Roulanza, de Louboulou et de Hokomila. Robustes et bien constitués, les Mangallas ont les traits du visage très réguliers, le regard vif et la physionomie intelligente. Ils se divisent en quatre castes : les chefs ou *Monangas,* les *Moukounzis* ou notables, les hommes libres, *N'Sommis,* et les esclaves, *Mombos.*

La polygamie se pratique chez les Mangallas, comme chez la plupart des tribus congolaises. La condition de la femme est très misérable; la famille est l'objet d'un trafic, les fils devenant des guerriers au service du chef et les filles étant vendues comme épouses.

C'est à l'occasion des funérailles que s'immolent et se mangent des victimes humaines. Quand un riche Mangalla meurt, on croit indispensable de le faire accompagner de quelques-unes de ses femmes et de ses esclaves, pour le servir. Une vingtaine de malheureux sont destinés au sacrifice; on leur tranche la tête,

(1) *Rev. des quest. scient.*, juillet 1886, p. 300.

(2) *La Gazette géographique et l'Exploration,* n° du 20 mai 1886, pp. 384-387.

une moitié du corps est enterrée avec le maître, l'autre moitié est servie dans les repas solennels des funérailles. Heureusement, l'influence des blancs tend à faire disparaître cette coutume barbare.

Les dialectes turcs (1). — Les idiomes turcs appartiennent à la famille ouralo-altaïque, à cette grande famille linguistique qui comprend en outre les langues finnoises, samoyèdes, mandchoues et mogoles. On peut distinguer en cinq rameaux principaux les différents dialectes turcs : le *turc* proprement dit, le turc *nogaï*, l'*uïgur*, le *kirghize* et le *yakoute*. Mais, comme nous le dirons, chacune de ces divisions doit en subir d'autres qui portent à quatorze le nombre total des dialectes turcs.

Des différences assez considérables les séparent. Dans la prononciation des voyelles et des consonnes, la phonétique accuse des variétés si caractéristiques que pas une des lettres de l'alphabet ne garde le même son dans deux des quatorze dialectes. Toutefois on constate une plus grande fixité dans le vocabulaire et dans la syntaxe.

Les langues turques sont répandues dans les immenses régions de l'Asie septentrionale et centrale qui s'étendent depuis Constantinople jusqu'aux rives de la Léna et depuis l'embouchure du Yenisséi jusqu'aux sources de l'Indus, c'est-à-dire entre 30° et 130° de longitude et jusqu'à 40° de latitude. Plus de vingt-deux millions d'hommes parlent le turc sous ses diverses formes.

On distingue dans le turc proprement dit trois dialectes : l'*osmanli*, le *tchouvache* et l'*adjerbijani*. L'osmanli se parle chez les Turcs de l'empire ottoman et de l'Asie Mineure. C'est chez les Turcs de la Russie (districts de Nijni Novgorod, Kazan, Simbirsk, Viatka et Orenbourg) que le tchouvache est en usage. Le district d'Adjerbaijan, au delà du Caucase dans la Perse occidentale, a modifié l'osmanli au point d'en faire un dialecte spécial. Ces trois dialectes sont, à eux seuls, parlés par plus de quatorze millions d'hommes.

Le nogaï se divise en quatre dialectes, le *nogaï*, le *kumuk*, le *bashkir* et le patois de Kazan à l'usage des huit cent mille Turcs répandus en Bessarabie, en Crimée, dans le Daghestan et les gouvernements d'Astrakhan et d'Ufa.

(1) Nous résumons en quelques lignes un intéressant mémoire de M. Morrison publié dans JOURNAL OF THE R. ASIATIC SOCIETY OF G. B. AND I., t. XVIII, avril 1886, pp. 177-193.

Il est à remarquer que les Bashkirs, pour se servir d'un idiome turc, n'en sont pas moins de race mogole, du moins d'après l'opinion la plus répandue des ethnologistes. Le dialecte de Kazan est fortement pénétré de finnois, d'arabe et de persan.

Au troisième rameau des langues turques, l'*uïgur*, se rattachent les dialectes en usage chez quatre millions d'habitants du Turkestan. Ce sont : le *yarkandi*, parlé à Yarkand et dans la Tartarie chinoise, le *transcaspien* des districts de Tekké et du Zerafschan, le dialecte de Khiva et le *tarnachi* des habitants du Kouldja. Plusieurs philologues, M. Vambéry par exemple, considèrent le yarkandi comme présentant les formes les plus pures et les plus archaïques du turc : de fait, c'est après l'osmanli celui de tous les dialectes turcs qui a atteint la plus haute culture littéraire. Dès le ve siècle, les Chinois s'en servaient comme langue écrite et, au viiie siècle, des missionnaires chrétiens venus de Syrie composèrent un alphabet du yarkandi. Le même caractère d'antiquité se constate dans le taranchi et dans le dialecte de Khiva.

Les deux millions de Kirghizes nomades répandus depuis le Volga et le Caucase jusqu'aux Tian Chan parlent un idiome turc qui n'offre, malgré son extension sur un si grand espace, aucune divergence dialectale.

Restent enfin les dialectes turcs du nord-est de l'empire russe : l'*altaïque* et le *yakoute*. L'altaïque est en usage chez les tribus des Koibals et des Karagas. Quant au *yakoute* que parlent les riverains de la Léna, c'est assurément la langue la plus intéressante pour les philologues, car elle a gardé pures de toute influence étrangère ses formes primitives.

Les indigènes de Bornéo. — M. Pryer, ingénieur civil dans la colonie anglaise du nord de Bornéo, nous donne les renseignements suivants sur les populations de cette île.

La race principale est celle des *Dousouns*, que l'on croit être les descendants d'ancêtres aborigènes croisés avec des Chinois. Ils sont surtout établis sur la côte occidentale; tandis que, sur le littoral de l'est, le type originaire tend à disparaître devant une population d'origine cosmopolite.

Les *Dousouns* sont voisins des *Dyaks* ou *Dayaks* proprement dits : autrefois ennemies, ces deux tribus vivent aujourd'hui en bonne intelligence. Les *Bajors* sont une troisième race du littoral et, avec les *Soqloos*, ils se livrent à la pêche.

A l'intérieur, on signale comme la principale tribu vraiment

indigène celle des *Booloodoopys*. Le type de ces insulaires est fort curieux, il reproduit d'une façon étrange les traits de physionomie de la race canadienne et en tout cas ils n'ont rien du type mogol.

La conclusion capitale qui se dégage de l'étude de M. Pryer, c'est que le type chinois prédomine à Bornéo, même parmi les *Dyaks*. Toutefois, les Chinois ne sont pas venus par groupes au nord de Bornéo, mais le sang chinois a pu s'infiltrer lentement et sans interruption, depuis tant de siècles que dure le commerce des Chinois dans l'île, et cela sans que les insulaires aient adopté en même temps la langue et les usages de la Chine.

Le sanscrit mixte et le sanscrit classique (1). — Les travaux vigoureusement poussés en ces dernières années sur l'épigraphie indienne ont constaté l'existence dans l'Inde d'une langue des monuments assez différente pour que de graves autorités aient proposé naguère de lui faire, dans l'histoire littéraire de l'Inde, une place à part sous le nom de *sanscrit mixte*.

Le sanscrit mixte des inscriptions consiste dans un mélange capricieux et inégal de formes classiques et populaires ; c'est l'idiome déjà connu chez les bouddhistes du nord sous le nom de " dialecte des Gâthâs „ et dans un traité profane, le manuscrit de Bashkhali, qui sera prochainement publié par M. Hœrnle.

L'existence du sanscrit mixte est donc aujourd'hui un fait avéré.

On est moins universellement d'accord sur son origine. Burnouf y voyait un jargon créé par le savoir incomplet des scribes, qui voulaient écrire dans la langue littéraire sans en posséder une connaissance suffisante. Un savant hindou, Râjendralâla Mitra, le considère comme l'idiome spécial des bardes, qui auraient pris une moyenne entre le parler populaire et la langue savante.

M. Sénart ne partage aucune de ces deux opinions. Pour lui, le sanscrit mixte s'est formé à l'époque où l'écriture fit son introduction dans l'Inde. A ce moment, il existait " une langue religieuse archaïque, conservée par une caste privilégiée dans des manuscrits qui sont entourés d'un respect traditionnel „, c'est le sanscrit classique. Les brahmanes semblent n'avoir pas eu hâte de fixer leur idiome par l'écriture, et ils ne le firent que de

(1) Journal asiatique, t. VIII, 8e série, sept.-oct. 1886. Article de M. Sénart, *Étude sur les inscriptions de Piyadasi*, pp. 318-339.

longue main. Au contraire, les bouddhistes, pour répandre leur doctrine, se hâtèrent de se servir de l'écriture: mais évidemment les langues vulgaires furent l'instrument de cette propagande.

Voilà comment le sanscrit mixte fit son apparition dans la littérature; mais, comme les bouddhistes d'autre part se recrutaient dans la classe brahmanique non moins que dans les autres, ils ne tardèrent pas à rapprocher l'orthographe populaire de la correction savante.

Ainsi, ce fut sous l'influence commune, mais directe d'un côté, de l'autre indirecte, d'une langue religieuse ancienne que se produisit parallèlement et dans des milieux différents, non sans une série continue de réactions réciproques, le double développement du sanscrit classique et du sanscrit mixte. Le sanscrit mixte n'est ni la copie ni la source du sanscrit régulier, et il est quelque chose de l'un et de l'autre; le sanscrit classique sans existence publique et affermie dans l'âge du sanscrit mixte, existe cependant dans le milieu fermé des écoles, à l'état de formation.

J. G.

SCIENCES AGRICOLES

—

S'il est une question actuelle en matière d'agriculture, c'est bien celle des champs d'expérience et de démonstration, que tous les gouvernements préconisent aujourd'hui à l'envi. Il n'en fut pas toujours ainsi; il y a dix ans encore, les champs d'expérience de Vincennes, popularisés par les conférences de M. G. Ville, monopolisaient en quelque sorte l'enseignement intuitif des principes de la chimie agricole. Lorsque nous ouvrîmes, avec le concours de M. G. Ville, il y a treize ans (1), la campagne en faveur de la création des champs d'expérience dans les écoles et dans les exploitations rurales, nous nous heurtâmes, en France comme en Belgique, à des préventions invété-

(1) Voir les premières conférences de M. G. Ville à la Société centrale d'agriculture de Belgique. *Bulletins de la Société*, 1874.

rées dans les régions officielles. Il fallait toute l'intensité de la crise agricole qui détermina la création d'un ministère de l'agriculture, pour fixer l'attention sur ces méthodes d'enseignement intuitif, si simples et si pratiques.

En 1879, nous décidâmes M. Pouyer, président du tribunal civil de Rouen et président de la Société centrale d'agriculture de la Seine-Inférieure, à prendre l'initiative de la création des champs d'expérience près des écoles primaires de la Normandie.

Deux ans après, la presse agricole enregistrait le succès inespéré de cette campagne (1), qui parut néanmoins porter ombrage aux fonctionnaires du temps; car le gouvernement d'alors jugea bon de ne pas encourager plus longtemps l'initiative individuelle.

En 1883, sur l'invitation de M. le Ch^er de Moreau et du regretté frère Mémoire, directeur du pensionnat de Malonne, nous eûmes l'honneur de donner, aux instituteurs libres des provinces de Namur et du Luxembourg, les premières instructions pour la création des champs d'expérience annexés aux écoles primaires, à l'instar des champs d'expérience de la Normandie. Un an plus tard, M. de Moreau, devenu ministre de l'agriculture, réalisait partiellement le programme que nous avions tracé, par la création des champs d'expérience de l'État. Depuis lors, tous les gouvernements de l'Europe rivalisent de zèle pour favoriser la diffusion de cette méthode d'enseignement et de vulgarisation, trop longtemps dédaignée.

M. l'ingénieur Bolle, ingénieur agricole de l'université de Louvain, vient de publier dans les *Annales* de la Société centrale d'agriculture (2) un excellent mémoire sur l'utilité des champs d'expérience. Prenant pour exemple le champ d'expérience pour pommes de terre que nous avons institué aux portes de Louvain et qui nous a permis d'élever en deux ans le rendement de la variété locale de 13 000 à 34 000 kilogrammes (3), M. Bolle établit les diverses méthodes de calcul qui permettent de tirer des indications de l'analyse du sol par la plante toutes les conclusions pratiques désirables.

M. le professeur Dehérain, de Grignon, est arrivé à des résultats identiques par des méthodes analogues (4).

(1) *Bulletins de l'agriculture,* publiés en exécution de l'arrêté royal du 16 juillet 1885, t. I, première année.

(2) N^os de juin et juillet 1886.

(3) *L'année scientifique et agricole.*

(4) *Annales agronomiques,* 1885-86.

Il nous a été donné de visiter, dans le courant de l'été dernier, les divers champs d'expérience de Grignon, de Joinville (Institut agronomique), de Gennevilliers (irrigation par les eaux d'égout).

Ces champs d'expérience sont institués sur un sol sablonneux, formé par les alluvions de la Seine et de la Marne. A Joinville, c'est du sable presque pur, mélangé de gravier et ne contenant guère plus de 3 p. c. d'argile et 1 p. c. de chaux.

De nombreuses parcelles ont été consacrées à l'essai de nouvelles variétés de blés semés en ligne et de divers engrains chimiques nouveaux ; d'autres, à des cultures de pommes de terre de diverses races allemandes, en vue de déterminer le rendement en fécnle au point de vue spécial de la distillation. On obtient, paraît-il, en Allemagne des rendements en alcool doubles ou triples des rendements obtenus jusqu'à présent en France.

M. Aimé Girard poursuit avec prédilection à Joinville ses expériences sur la destruction d'un des parasites les plus redoutables de la betterave à sucre, qui a déjà envahi certaines de nos provinces. Je veux parler de la *nématode*, qui, d'après les observations du savant professeur, se répand par l'intermédiaire des pulpes et des fumiers. Les germes des anguillules qui s'attaquent principalement aux radicelles passent inattaqués, paraît-il, à travers les presses des sucreries, comme à travers le tube digestif des ruminants (1).

M. Aimé Gérard, en dépit des affirmations des chimistes et des agronomes allemands, espère avoir découvert le moyen d'entraver l'évolution des nématodes, voire même de les détruire complètement. Il constate que jusqu'à présent, à Joinville, les plus redoutables ennemis des champs d'expérience sont les lièvres et les moineaux. On est obligé d'entourer les carrés de treillis de fils de fer pour arrêter les premiers, mais il semble impossible d'entraver efficacement les déprédations des seconds. Ces petits ravageurs s'attaquent principalement aux céréales dont ils dégarnissent les épis, et déroutent ainsi tous les calculs de l'analyse. D'après M. Vilmorin, le seul moyen de les éloigner consiste à étendre des toiles sur des cordes au-dessus des carrés, ou à les entourer de blés précoces, qui arrêtent les pillards jusqu'à l'époque où les céréales mûrissent partout dans les campagnes.

(1) Cette opinion est très controversée. (Voir le *Journal de la Société centrale d'agriculture de Belgique*, bulletin de juillet 1886, p. 284.)

Les légumineuses prospèrent parfaitement dans ces champs d'expérience. On y voit pousser côte à côte les céréales, les pois, les fèves, les trèfles, les luzernes, les sainfoins. Des houblons superbes, qui depuis plusieurs années déjà donnent, paraît-il, un excellent rendement, végètent à côté de plantes potagères diverses, et même de plantes pharmaceutiques qui atteignent des proportions énormes. Du seigle, fauché au commencement de mai, présente déjà des épis parfaitement formés, grâce aux arrrosages fréquents d'eau d'égout.

Plus loin, l'on voit se dérouler à perte de vue les célèbres prairies de raygrass, de houlque, de paturin et de fléole, qui donnent jusqu'à huit et neuf coupes, et permettent d'entretenir aujourd'hui un nombreux bétail dans ces plaines jadis stériles et presque inhabitées. Car il est à remarquer que, contrairement à ce qui se présente dans notre vallée de la Senne, les alluvions de la Seine aux environs d'Asnières ne forment pas un sol arable, mais une mince couche de sable plus ou moins calcareux reposant immédiatement sur un gravier siliceux analogue à celui de la craie ; la couche de sable qui constitue la surface végétale n'atteint souvent pas vingt centimètres, et la nappe d'eau souterraine se trouve à moins de deux mètres sous le gravier. C'est dans ces conditions éminemment défavorables que la science agricole, en utilisant les résidus des grandes cités, qui jusqu'alors constituaient une source permanente d'infection et de maladies, a réussi à produire en quelques années cette admirable métamorphose.

Nous avons été particulièrement frappé de la beauté et de la fécondité extraordinaires des arbres fruitiers obtenus par les pépiniéristes et les horticulteurs, qui travaillent pour leur compte en utilisant à leur gré les eaux d'égout.

Nous avons vu notamment chez M. Janiaud, horticulteur pépiniériste à Asnières, des collections de poiriers et de pommiers magnifiques, chez lesquels la vigueur de végétation marchait de pair avec une production des plus intensives, grâce à l'emploi intelligent des eaux d'égout, dont l'habile horticulteur mesure les doses aux diverses variétés d'arbres et de fleurs.

M. G. Ville persiste à croire que la doctrine de la sidération, reposant sur la fixation de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des légumineuses et des prairies, permettra de réaliser dans un avenir très prochain des bénéfices considérables en agriculture, puisqu'il ne faudra plus guère restituer au sol que

des engrais minéraux représentant à peine le tiers du prix des engrais complets. M. Ville affirme que l'on pourra élever considérablement le rendement des céréales, parce que la substitution de l'engrais vert à l'engrais chimique azoté permettra d'éviter la verse, tout en forçant les rendements en paille et en grain. Dans ces conditions, le rendement deviendrait véritablement fonction de l'engrais, pour parler le langage des mathématiques, et l'on pourrait impunément semer dru, puisque la verse ne serait pas à craindre.

Les dernières recherches du Dr Helbriegel (1) confirment la manière de voir de M. Ville en ce qui concerne la fixation de l'azote par les légumineuses. Il affirme que, contrairement aux graminées, aux crucifères et aux chénopodées, qui puisent leur azote exclusivement dans le sol sous forme d'azote nitrique, les papilionacées puisent surtout leur azote dans l'air; mais les légumineuses à racines profondes enlèveraient plus d'acide nitrique au sol que les légumineuses à racines superficielles. M. Helbriegel a attaché son nom à la méthode de culture dans des pots contenant du sable afin de déterminer rigoureusement l'influence des matières fertilisantes sur les végétaux.

Cette méthode seule, en effet, permet d'obtenir des conditions suffisantes d'identité pour en tirer des déductions rigoureuses.

Les expériences que j'ai instituées moi-même depuis trois ans au Jardin botanique de Louvain suivant ce procédé ont donné des indications très nettes sur les diverses facultés d'assimilation des plantes.

On a pu voir, cette année comme l'année dernière, des légumineuses et des céréales superbes végétant dans une couche de sable de 5 à 6 centimètres seulement, sur un lit de cailloux, et n'ayant reçu pour unique aliment que de l'eau additionnée de deux sels cristallisés qui renferment les quatre éléments de la restitution.

L'an dernier, les diverses céréales mises en expérience avaient résisté, dans ces conditions, à la verse qui se produisit dans les plus fortes terres des environs, à la suite des pluies prolongées du mois de mai. D'où je conclus que cet accident est dû beaucoup plus à la misère ou à la pléthore physiologique, c'est-à-dire à une nutrition défectueuse, qu'à l'état physique du sol.

Au lieu d'opérer exclusivement cette fois dans des sables dépourvus par le lavage des principes fertilisants solubles et des

(1) *Congrès des naturalistes allemands*, 59e session, tenue à Berlin en 1886.

matières organiques, j'ai institué des essais directs dans des sables stériles de nos diverses provinces, notamment dans les sables bruxellien, tongrien, rupélien, diestien, quaternaires et modernes, comme les sables des dunes de notre littoral. Le rapport détaillé sur les résultats de ces expériences vient d'être adressé au ministre de l'agriculture par le directeur du Jardin botanique de Louvain.

La doctrine de M. Ville paraît singulièrement confirmée par les analyses de MM. Dehérain, Joulie et Lawes, qui tendent à démontrer que la culture épuise le sol beaucoup plus que la plante. Plus un sol est labouré, plus il perd d'azote sous forme de nitrate. Ce nitrate, résultant de la combustion des matières organiques azotées du sol, pénètre dans le sous-sol, où il se dissout dans les nappes d'eau souterraines.

Si donc il existe une source permanente de déperdition de cet élément, il doit nécessairement exister une source permanente et naturelle de restitution, ce que tendent à démontrer d'ailleurs les belles recherches de M. Berthelot sur la fixation continue de l'azote par les matières organiques hydrocarbonées et par les microbes de l'argile.

D'après M. Ville, cette source ne peut être que le grand réservoir atmosphérique, où la plante puise d'ailleurs ses autres éléments, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

D'après M. Dehérain, la suppression des labours par la prairie suffirait à entraver la déperdition de l'azote et favoriserait son ascension du sous-sol dans le sol.

Il ne faudrait pas chercher ailleurs l'explication du phénomène.

Si le sol cultivé perd rapidement son azote, le sol recouvert de prairies temporaires ou permanentes, de légumineuses ou de graminées s'enrichit, au contraire, en principes fertilisants. Un sol richement fumé, qui souvent ne contient pas un gramme d'azote par kilogramme après la récolte, ne tarde pas à en emmagasiner plusieurs grammes, après quelques années de mise en prairie. M. Truchot a trouvé jusqu'à 9 grammes d'azote par kilogramme dans certaines prairies naturelles de l'Auvergne.

Voilà pourquoi les défrichements des grandes prairies du Far-West américain produisent des sols arables d'une richesse extraordinaire.

M. Dehérain se base non seulement sur des observations personnelles et sur les analyses effectuées dans son laboratoire, mais aussi et surtout sur les analyses de MM. Lawes et Gilbert.

Le savant professeur du Muséum a fait tracer pour son enseignement une série de diagrammes qui font sauter aux yeux la déperdition de l'azote dans les terres arables par la comparaison des quantités d'éléments fertilisants retrouvés dans les récoltes et dans les eaux de drainage. Ces observations portant sur une période d'années dejà longue, il est impossible de nier l'existence et la constance du phénomène. M. Dehérain constate d'autre part que l'enrichissement du sol en azote est toujours concomitant de son enrichissement en matièrescarbonées.

Le carbone semble retenir les sels ammoniacaux et les nitrates comme les verres d'une serre retiennent la chaleur qui les a traversés.

" Toutes les fois, dit M. Dehérain, que le dosage du carbone a accompagné celui de l'azote, on a trouvé que ces sols étaient extrêmement riches en carbone organique ; dans les analyses de M. Truchot, les terres renferment plus de 100 grammes de carbone combiné par kilogramme, tandis que dans les terres labourées on n'en trouve guère que 15 à 20 grammes. A Grignon, de 1878 à 1881, la proportion du carbone combiné a baissé de moitié quand on a cultivé du maïs ou des pommes de terre; elle est au contraire restée stationnaire dans les parcelles emblavées de sainfoin. „

Les nitrates provenant de l'atmosphère, amenés par les pluies dans les profondeurs du sol et rencontrant des microbes du genre du vibrion butyrique, seraient décomposés à l'abri de l'oxygène de l'air, et l'azote retournerait, suivant MM. Dehérain et Maquenne, à l'atmosphère à l'état libre et sous forme de protoxyde d'azote. D'autre part, les observatious des chimistes ont établi que la décomposition des matières azotées dans le sol oxygéné, comme à l'air libre, est toujours accompagnée d'une déperdltion d'azote qui retourne à l'atmosphère. Il nous paraît donc bien difficile d'expliquer le phénomène de l'enrichissement du sol par les prairies naturelles et artificielles, sans admettre l'hypothèse de la fixation de l'azote libre ou combiné par les plantes.

M. Dehérain a proposé de substituer aux mots *plantes épuisantes, plantes améliorantes,* les mots *cultures épuisantes, cultures améliorantes,* afin d'exprimer que ce ne sont pas les exigences des plantes qui fatiguent la terre, et que la perte d'azote provient moins de leurs prélèvements que des phénomènes d'oxydation facilités par les labours.

Je me suis rendu en compagnie de M. Dehérain à l'école de

Grignon, où il professe depuis longtemps la chimie agricole et dirige avec succès les champs d'expérience de la ferme. Tous les résultats obtenus depuis dix ans sont indiqués par des tableaux graphiques suspendus aux murailles d'un pavillon voisin. L'analyse chimique des récoltes et des diverses parties des plantes cultivées, au point de vue de la migration des éléments fertilisants, a donné les résultats les plus intéressants que M. Dehérain se réserve de publier un jour.

Le sol de Grignon est un sol léger, mais plus argileux que celui de Joinville et de Vincennes ; il contient environ 8 p. c. d'argile et 4 p. c. de chaux.

Chose curieuse, dans ce sol, comme dans certaines parties de notre région campinienne, le chaulage exerce une action nuisible sur les récoltes.

La sélection naturelle des graminées de prairie s'accuse très nettement par la prédominance des *dactyles* et du *fromental* sur les autres espèces introduites dans les mélanges. C'est à peine si l'on retrouve encore quelques *vulpins* et quelques *fléoles* parmi les graminées triomphantes. Les crucifères, comme le colza et le navet, ne prospèrent guère dans ce sol, où les céréales et les betteraves poussent vigoureusement sous l'influence des engrais chimiques et du fumier de ferme combinés. Le fumier est traité méthodiquement à l'air libre dans la cour de la ferme. Sous l'influence d'un tassement régulier, un suintement continu de *fumate de potasse* se produit sur les flancs de la masse cubique qu'il forme.

M. Dehérain a constaté, au moyen d'une pompe à mercure, que les gaz qui se forment dans cette masse sont essentiellement constitués par de l'acide carbonique et du *formène* ou gaz des marais. Il en conclut que la quantité d'azote qui se dégage dans cette fermentation est relativement fort minime (1).

Dans le courant du mois de juin M. Vilmorin a bien voulu nous initier aux procédés de la sélection artificielle du blé par hybridation. C'est par ce procédé que le savant agronome horticulteur a obtenu ces remarquables variétés de blé, produits du croisement de blés indigènes avec les blés anglais, ou de blés anglais entre eux, qui réunissent les qualités des deux races fécondées l'une par l'autre. Par exemple, le blé *Dattel*, issu du croisement du blé *Prince Albert* avec le *Chiddam* d'automne à

(1) *Annales agronomiques*, 1885-1886.

épi rouge, présente tous les avantages de ce dernier au point de vue de la qualité de la farine, et donne en outre un grain plus gros et plus de paille. Le blé *Lamed*, issu de même du blé *Prince Albert* et du blé bleu de Noé, présente la précocité de ce dernier et les qualités du premier.

Nous avons croisé le blé rouge d'Écosse, qui présente les qualités recherchées dans les blés exotiques, avec le Chiddam d'automne à épi blanc. Rien de plus curieux que les produits de ces unions artificielles, où l'influence prédominante du *mâle* est parfois aussi marquée que chez les animaux, notamment dans les croisements de blés barbus par les fleurs mâles de blés sans barbes, qui donnent des hybrides également sans barbes, et d'autres hybrides retournant sensiblement à la forme de l'épeautre.

Chacun sait que le froment est hermaphrodite et que la fécondation des pistils par les étamines se fait à huis-clos dans les épillets dont la réunion constitue l'épi. Ce n'est guère que lorsque les étamines avortent que le pistil du froment se découvre par suite de l'entrebâillement des glumes. Alors, par une de ces admirables prévisions dont l'étude de la nature nous montre tant d'exemples, le pollen d'un grain étranger peut se déposer sur les stigmates, et donner naissance à une variété naturelle.

C'est une erreur de croire que les blés qui donnent de si remarquables produits en Amérique et en Australie puissent s'acclimater dans les régions humides. Ils sont tous atteints de la rouille dans les champs d'expérience de M. Vilmorin, à côté de blés indigènes parfaitement sains. Ce qui démontre une fois de plus que le parasitisme est le plus souvent l'expression de la misère physiologique du végétal, et que le parasite ne fait qu'achever l'œuvre de la maladie. Un fait plus remarquable encore, c'est que des blés comme le Sheriff, qui donnent dans nos climats, et sous le ciel brumeux de l'Angleterre, d'excellents produits, ne sont guère appréciés des cultivateurs des environs de Paris et du centre de la France, où ils souffrent de la chaleur et ne donnent que des rendements médiocres, à tel point que M. Vilmorin y avait presque renoncé. Après la guerre de 1870, des comités de secours anglais distribuèrent aux cultivateurs français ruinés par la guerre des semences de blés, qui ne donnèrent que des épis vides. On crut que les donateurs s'étaient trompés en distribuant des blés d'hiver au printemps, mais on ne tarda pas à reconnaître qu'on avait affaire à des variétés

anglaises, qui végètent plus lentement sous un ciel brumeux et ne supportent pas les chaleurs du centre de l'Europe.

M. Vilmorin insiste avec raison sur la nécessité de semer les blés de bonne heure, de les rouler énergiquement et de semer clair afin d'obtenir un bon tallage. Le roulage entrave la végétation hâtive de la tige et augmente singulièrement sa vigueur. Il a obtenu jusqu'à 150 épis d'un seul grain par ces procédés. Pour lui, les meilleures plantes sont celles qui, tallées sans excès, présentent une paille de bonne force, de hauteur moyenne, des épis égaux entre eux et surtout une hauteur égale de tous les brins. Cependant les épis ne sont jamais exactement à la même hauteur. Il y a entre les talles des différences de hauteur variant du quart à la longueur totale de l'épi, ce qui permet l'aération de ces inflorescences et l'action de la lumière sur elles.

M. Vilmorin a constaté, dans les champs d'expérience de Verrière, un fait rarement observé jusqu'ici. C'est que le sol ne contient pas de magnésie en quantité suffisante pour assurer la croissance régulière et la maturation. Il a suffi de mélanger au fumier un peu de magnésie pour assurer la récolte du lin, dont les cendres contiennent, en effet, une proportion notable de cet élément. Ce qui est plus étrange encore, c'est que l'orge et l'escourgeon, également avides de magnésie, n'aient cependant point manifesté jusqu'ici les mêmes exigences. A notre avis, la magnésie peut être remplacée partiellement par la chaux dans les céréales, comme dans la betterave, où elle diminue le poids des cendres en substituant à la chaux équivalent pour équivalent. Ainsi l'on peut obtenir artificiellement des jus contenant très peu de cendres, bien que la somme des acides neutralisés reste la même. Cette substitution atomique a été également observée dans la famille des conifères, notamment chez le pin sylvestre, qui s'accommode de sols si divers.

A. Proost.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CIII, octobre, novembre, décembre 1886.

N° 14. **Faye :** Spörer admet que les facules et les taches du Soleil sont les résultats de la circulation de l'hydrogène. Des courants ascendants, dont il n'assigne pas la cause, déterminent au milieu de ces facules la production d'un courant descendant, lequel pénètre en bas dans le corps du Soleil en faisant naître une tache. Pour M. Faye, le courant descendant est antécédent et engendré par les inégalités de vitesse des courants existants à la surface de l'astre. **Marey :** Dans la marche, la dépense de travail croît toujours avec la vitesse de progression, et cet accroissement est très grand pour les allures qui dépassent les cadences normales de 55 à 65 doubles pas à la minute. Dans la course, la dépense de travail pour une vitesse de progression peu supérieure à celle de la marche est plus grande que pour celle-ci, mais la dépense décroît pour une course plus rapide, et s'élève ensuite régulièrement, mais beaucoup moins vite que dans la marche. **Guccia** fait connaître le moyen de trouver le nombre de conditions simples auquel équivaut, pour une courbe algébrique, la condition de posséder en un point une singularité donnée. **L. Henry** compare la volatilité des composés méthyliques, dans les diverses familles des éléments négatifs, et arrive à cette conclusion : A poids atomique égal, la diminution de volatilité déterminée dans le méthane $C H_4$ par la substitution à l'hydrogène d'un élément négatif est d'autant plus grande que cet élément est plus négatif et, par conséquent, plus éloigné de l'hydrogène. La raison de cette loi, en apparence anormale, doit évidemment être cherchée dans ce fait : les chaleurs de combinaison du carque avec les éléments négatifs vont dans chaque famille en

diminuant à mesure que s'élèvent les poids atomiques. **P. Hallez:** Chez les insectes la cellule-œuf possède la même orientation que l'organisme maternel qui l'a produite.

N° 15. **Vulpian,** après de nouvelles observations sur une carpe à laquelle il avait enlevé les lobes cérébraux, conclut ainsi : L'instinct et la volonté, facultés dont le siège, chez les batraciens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères, paraît être dans les lobes cérébraux, peuvent se manifester, chez les poissons osseux, après ablation complète de ces lobes. **Brown-Séquard :** La rigidité cadavérique ne dépend ni entièrement, ni principalement de la coagulation de diverses substances albumineuses dans le tissu musculaire ou baignant ses éléments. (N° 16) La rigidité cadavérique dépend principalement d'une contracture, c'est-à-dire d'un acte de vie des muscles, commençant ou se continuant après la mort générale. **Poucet** est parvenu à refaire, à un enfant de onze ans, tout un tibia au moyen de greffes osseuses de nombreux os très petits.

N° 16. **Berthelot** et **André :** Le gaz carbonique et le gaz ammoniac, même en grand excès, n'ont pas une influence sensible sur la tension du bicarbonate ammoniacal, à la température ordinaire; l'eau liquide, au contraire, en détermine la décomposition, indépendamment des lois de la dissociation proprement dite du sel et probablement en raison de ses combinaisons particulières avec le sel ou avec ses composants (voir aussi n° 17). **Nordenskiöld :** On a recueilli, près de San Fernando, au Chili, une poussière qui est certainement d'origine cosmique. **Hatt,** en comparant les latitudes astronomique et géodésique de Nice, a été conduit à admettre, comme M. Faye, une beaucoup plus grande épaisseur des couches terrestres sous-marines que des autres. (N° 21) **De Lapparent :** C'est plutôt une plus grande densité qu'il faut admettre ; car la température moyenne du fond de la Méditerranée diffère trop peu de celle de Nice, pour que l'on puisse y appliquer la théorie de M. Faye. (N° 23) **Faye :** La différence de température du fond de la Méditerranée et celle de la couche de même profondeur à Nice est considérable, 100 degrés, et c'est celle-là qu'il faut considérer. **Renou:** On a observé, le 16 octobre, au Parc de Saint-Maur, un minimum barométrique équivalant à $731^{mm}57$ au niveau de la mer, ce qui est sans exemple, en octobre, depuis 1757. **Dareste :** Les œufs de poule soumis à l'incubation dans la position verticale, ne donnent de monstruosités que si le petit bout est en haut. **Delage :** Les Leptocéphalides sont des formes larvaires des Congres. **Gurlt** a trouvé du fer météorique dans une lignite tertiaire, où il n'a pu pénétrer accidentellement.

N° 17. **De Quatrefages** vient de publier une *Introduction à l'étude des races humaines*, où il admet que, dès les temps quaternaires, l'homme occupait la terre entière; la race de Cannstadt, d'après lui, remonte aux temps tertiaires. Aucune des races quaternaires ou paléolithiques n'a disparu, et il n'y a pas d'hiatus entre elles et les races de l'âge de la pierre polie. Le berceau de la race humaine semble devoir être cherché dans l'extrême nord de l'Asie. Parmi les caractères physiques qui distinguent les races humaines, les particularités anatomiques, surtout celles du crâne, tiennent le premier rang; mais il est absurde de vouloir établir une relation intime entre certains caractères physiques et les facultés intellectuelles et morales. **Stroumbo** recompose la lumière blanche à l'aide des couleurs du spectre, en donnant au prisme qui le produit un mouvement de rotation autour d'un axe parallèle à ses arêtes. **A. Poincarré**: La proportionnalité entre l'amplitude de l'oscillation de la Lune en déclinaison avec les déplacements du champ des alizés boréaux n'est pas toujours rigoureusement exacte. **L. Guignard**: L'hybridité exerce une influence délétère moindre sur les ovules que sur le pollen; mais elle peut se constater directement sur ceux-ci, contrairement à l'opinion de Darwin. **De Lapparent**: La faible conductibilité des roches semble contraire à la théorie de M. Faye sur le refroidissement plus rapide de la croûte terrestre sous les mers. (N° 19. **Faye**: La durée des temps géologiques compense le peu de conductibilité des roches.) Le long du littoral des mers, sur une largeur de 300 kilomètres, l'épaisseur de la croûte terrestre s'accroît par sédimentation de détritus divers; ces sédiments, à la longue, ont une épaisseur énorme et ils viennent s'adjoindre à la terre ferme. (**Faye**: Des géologues expérimentés ne voient dans ce fait rien qui infirme ma théorie.)

N° 18. **Pasteur** a modifié son traitement préventif de la rage: il le fait à la fois plus actif et plus rapide dans tous les cas, et plus rapide encore, plus énergique pour les morsures de la face ou pour les morsures profondes et multiples sur parties nues. Grâce à cette modification, on sauve les personnes mordues dans des cas où le traitement antérieur eût été inefficace. Jusqu'à présent, 2490 personnes ont subi le traitement préventif de la rage; sur les 1700 qui appartiennent à la France et à l'Algérie, 10 seulement ont succombé. Sur le faible nombre de ceux qui ne sont pas venus se faire inoculer, 17 au moins sont morts. En moyenne, à Paris, avant l'inoculation préventive, il y avait, par an, 12 morts de la rage, rien que dans les hôpitaux. Dans de nouvelles expériences sur des chiens, Pasteur a constaté que la vaccination rapide

et énergique peut même sauver des chiens auxquels il a inoculé la rage dans le cerveau. **Brown-Séquard :** Tous les nerfs moteurs et presque toutes les parties excitables des centres nerveux peuvent éprouver des modifications très notables de leur excitabilité, sous l'influence d'irritations lointaines, même peu considérables, de la plupart des parties du système nerveux. **Nordenskiöld :** On peut appeler oxyde de gadolinium, un certain mélange des sesquioxydes isomorphes d'yttrium, d'erbium et d'ytterbium trouvé dans la gadolinite d'Itterby, en Suède, ces éléments ayant pour poids atomiques respectifs (O = 16) 227.2, 380, 392. L'oxyde de gadolinium, quoiqu'il ne soit pas l'oxyde d'un corps simple, possède un poids atomique constant, même lorsqu'il provient de minéraux tout à fait différents et trouvés dans des localités très éloignées les unes des autres. Les trois éléments composants du gadolinium sont toujours ensemble et dans les mêmes proportions. **Yves Delage :** Les otocystes de maints invertébrés jouent non seulement un rôle dans l'audition, mais ils servent à assurer la locomotion correcte des animaux qui les possèdent (mollusques et crustacés supérieurs). **Pouchet :** Le *Gymnodinium Polyphemus*, être monocellulaire, que l'on prendrait volontiers pour un végétal voisin des Diatomées, a un véritable œil composé d'une choroïde et d'un cristallin. **L. Errera :** Une membrane cellulaire, au moment de sa genèse, tend à prendre la forme que prendrait, dans les mêmes conditions, une lame liquide sans pesanteur. **H. Hermite :** De simples oscillations du niveau des mers produites par des causes météorologiques suffisent pour expliquer, sans l'intervention des agents internes, les oscillations apparentes du sol, en rapport avec la latitude, qui caractérisent l'époque quaternaire.

N° 19. **Moissan,** d'après M. Debray, est parvenu à décomposer, par l'électricité, l'acide fluorhydrique anhydre. Le fluor est un gaz jouissant des propriétés suivantes : Il est absorbé complètement par le mercure; il décompose l'eau à froid en produisant un dégagement d'ozone; il brûle le phosphore, l'iode, l'arsenic, l'antimoine, le silicium cristallisé, le bore adamantin, le fer, le manganèse. Il échauffe, fond, puis enflamme le soufre. Il est sans action sur le carbone. **H. Fontaine** parvient à transporter 52 pour cent d'une force de 50 chevaux, en employant des dynamos ne pesant que 8400 kilogrammes et ne coûtant que 16 450 francs ; résistance 100 ohms. **Duclaux :** La lumière solaire, aidée quelquefois, mais non toujours, de la chaleur solaire, agit dans le même sens que les microbes, et disloque comme eux les molécules chimiques compliquées en groupements plus simples (eau,

acide carbonique, etc.). **Gayon** et **Dupetit** empêchent les fermentations secondaires de se produire dans les fermentations alcooliques de l'industrie, au moyen des sels de bismuth employés, comme antiseptiques, à de faibles doses. **Marcel de Puydt** et **Lohest** n'ont pas trouvé dans la grotte de la Bêche-aux-Roches, à Spy, une vraie sépulture, ni ivoire travaillé, ni vase en terre cuite au feu.

N° 20. **P. Bert** est mort au Tonkin le 10 novembre 1886. On lui doit diverses recherches de physiologie, particulièrement touchant l'influence exercée sur l'homme, sur les animaux, sur les végétaux, sur les ferments, par l'augmentation ou la diminution de pression, soit de l'air atmosphérique, soit de l'acide carbonique, soit de l'oxygène. **De Rochebrune** : Le vrai platyrhinisme se rencontre dans un groupe de singes africains. Il ne caractérise donc pas les singes du nouveau continent. **G. Bonnier** prouve, par synthèse, cette vérité déjà établie analytiquement : Un lichen est formé par l'association d'une algue et d'un champignon.

N° 21. **Bornet** donne un catalogue des écrits de Tulasne (12 septembre 1815-2 décembre 1885) et une notice sur sa vie. Parmi ses ouvrages, il faut citer surtout *Fungi hypogæi* et *Selecta Fungorum Carpologia*. Le savant botaniste était extrêmement charitable : on doit, à lui et à son frère, une série de fondations pieuses et charitables (écoles, hospices, églises). **A. Gaudry**, après avoir examiné lui-même la grotte préhistorique de Montgaudier (Charente) conclut, comme ses devanciers, que les dessins remarquables qui ornent le bâton de commandement qu'on y a trouvé sont bien de l'époque du *Rhinoceros tichorhinus* et des autres animaux caractéristiques de l'époque quaternaire. **A. Chauveau** (aussi n°s 22 et 23) : Le foie est bien, comme l'affirmait Cl. Bernard, un foyer de production de sucre ; ce sucre n'est pas détruit dans le poumon, comme il le pensa d'abord, mais dans les capillaires, avec production de chaleur, tandis qu'il se transforme en eau et en acide carbonique. Le foie fonctionne plus rapidement comme organe glycogène, chaque fois qu'il se produit du travail quelque part dans l'économie. Si le foie cesse de produire du sucre, il y a arrêt des combustions, refroidissement et mort. **Audoynaud** : Le plâtrage des vendanges active la vie du ferment, enrichit la liqueur en alcool, abrège la durée de la fermentation et ainsi empêche les ferments secondaires nuisibles de se développer. **De Lapparent** : La forme de la Terre n'est probablement pas symétrique par rapport à l'équateur ; on ne sait pas avec certitude si l'aplatissement, mesuré presque exclusivement dans l'hémisphère nord, a la valeur admise par les astronomes (N° 23.

Faye : L'aplatissement a été obtenu par des observations du pendule très nombreuses, par toute la Terre ; la mesure faite de plusieurs degrés au Cap permet d'ailleurs d'arriver à une valeur très exacte de l'aplatissement).

N° 22. **Arloing** et **Cornevin** augmentent la virulence du microbe du charbon symptomatique au moyen de l'acide lactique. **De Rochebrune** conclut une étude sur des singes anthropomorphes du genre *Troglodytes*, en disant qu'ils n'ont que des relations apparentes avec l'homme.

N° 23. **Berthelot** et **André,** dans certaines expériences sur la terre végétale, ont trouvé que l'ammoniaque qu'ils en extrayaient provenait presque en totalité de certains dédoublements opérés sous l'influence de l'acide chlorhydrique aux dépens des principes azotés insolubles contenus dans cette terre. **Pionchon:** La loi de Dulong et Petit n'est vraie approximativement qu'entre zéro et cent degrés. **Maumené** : L'alun de potasse ne contient pas 24 équivalents d'eau.

N° 24. **Sappey** est élu membre de l'Académie en remplacement de H. Milne Edwards. **Bureau** a observé la formation de Bilobites à l'époque actuelle. Ce sont de simples traces laissées sur le sable par les crevettes et les bouca uds. **Folie,** qui a découvert analytiquement l'existence de la nutation diurne, dans l'hypothèse où la terre est encore fluide à l'intérieur, fait savoir que l'on est parvenu à constater pratiquement l'existence de cette nutation. **Rivière** a trouvé dans les grottes préhistoriques de Menton plus de 800 000 pièces appartenant à des animaux, vertébrés pour la plupart (111 espèces). L'homme de Menton avait des relations avec des peuplades habitant les bords de l'Océan ou des fleuves qui s'y déversent, car on rencontre dans les grottes des vertèbres de saumon et des coquilles inconnues dans le bassin de la Méditerranée.

N° 25. **Léon Vaillant** : Les Élasmobranches et les Téléostéens, surtout les seconds, sont les véritables poissons bathyoikésites; les sous-ordres des *Abdominales* et des *Anacanthini* y sont les plus fréquents. Les poissons du premier de ces sous-ordres, dans les faunes profondes, appartiennent surtout à des familles établissant le passage entre les groupes que l'on peut rattacher aux grands types Silure, Cyprin, Saumon, Brochet et Clupe. **Moissan** : Le pentafluorure de phosphore ne se dédouble que sous l'action de très fortes étincelles d'induction. **Maupas** : Les leucophres *(Leucophrys patula),* abondamment nourries, se dédoublent rapidement chaque fois qu'elles arrivent à leur maximum de développement, comme cela a lieu pour les autres

infusoires ciliés. Mais, si elles manquent de nourriture, la plupart se dédoublent par disette, plusieurs fois de suite; les petites leucophres nouvelles, d'une forme très différente de celles qui leur ont donné naissance, peuvent reprendre cette forme si on leur donne de la nourriture; sinon, elles sont mangées par les grandes non encore subdivisées; celles-ci, à leur tour, peuvent se subdiviser, soit par abondance de nourriture en donnant naissance à des leucophres qui arrivent au maximum de développement, soit par disette, et ainsi de suite. Cette espèce peut donc se conserver par autophagie. **P. Mégnin** : Les acariens glyciphages ont des organes respiratoires et peuvent se transformer, en cas de disette, en kystes, affectant la forme d'un grain de poussière, et recommençant à vivre quand ils retrouvent un milieu approprié.

N° 26. L'Académie décerne, dans sa dernière séance de l'année, les différents prix dont elle dispose, et le président fait l'éloge des membres décédés depuis le 23 décembre 1885 : Tulasne, Jamin, de Saint-Venant, Laguerre, P. Bert. **Fleuriais** obtient le prix de mécanique pour son gyroscope collimateur, qui, adjoint au sextant, permet, en tout temps, d'avoir, en mer, un horizon artificiel ; **O. Backlund**, le prix Lalande pour ses recherches sur la comète d'Encke, dans lesquelles il a prouvé que l'accélération du moyen mouvement de cet astre subsiste toujours, mais va en décroissant ; **Colson**, le prix Jecker, pour ses travaux de chimie, particulièrement ceux qui sont relatifs au carbure de silicium ; **Pasteur** reçoit le prix Jean Reynaud pour sa méthode prophylactique de la rage. Vulpian fait à ce propos un historique complet des admirables recherches de Pasteur, depuis la première communication de l'auteur, le 24 janvier 1881. Il rappelle en outre ses travaux antérieurs sur le vin, la bière, les maladies des vers à soie, le choléra des poules, le rouget des porcs et le charbon. Parmi les ouvrages qui ont obtenu un prix, on peut citer encore : *Synopsis des Diatomées de Belgique*, *par* **Van Heurck** et **Grunow** ; la *Flore du nord de la France*, de **E. G. Camus** et la *Flore du nord de la France* de **G. Bonnier** et **G. de Layens.** Le prix Jay a été accordé à **Hatt** pour son Mémoire sur la déviation de la verticale dans le voisinage des Alpes, qui semble corroborer la théorie de Faye sur la plus grande épaisseur de la croûte terrestre sous les mers.

P. M.

Brux. Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefébure.

LES AGENTS EXPLOSIFS

L'histoire des agents explosifs est pleine d'intérêt ; leur nature, restée inconnue et mystérieuse jusqu'au jour où la thermodynamique en a pénétré le secret, leurs propriétés étonnantes, leurs applications innombrables ont le rare privilège d'exciter la curiosité de tous et de captiver l'attention des esprits les plus cultivés : militaires et marins, ingénieurs et savants, badauds et gens instruits, philanthropes et penseurs parlent de la poudre, de la dynamite, des composés nitrés, du picrate de potasse, de la mélinite et de la roburite, créations admirables du génie de l'homme, dont il eût pu faire de puissants auxiliaires, qu'il n'utilise guère que pour tuer et détruire.

Nous étudierons tour à tour leur histoire, leurs propriétés, leur théorie et nous exposerons ensuite les ravages qu'elles peuvent exercer et les services qu'on a le droit d'en attendre.

I

HISTOIRE ET PROPRIÉTÉS DES AGENTS EXPLOSIFS.

La poudre à canon a été sans doute le premier explosif connu : les uns en attribuent l'invention aux Chinois, les autres aux Arabes ; des traditions mieux accréditées permettent de suivre en Angleterre et en Allemagne l'histoire de ses perfectionnements successifs, et les noms de Marcus Græcus, d'Albert le Grand, de Roger Bacon et de Berthold Schwarz doivent à la poudre de guerre la popularité dont ils jouissent : c'étaient des moines. Depuis lors, les chimistes les plus habiles se sont efforcés d'augmenter sa puissance balistique, mais on applique encore aujourd'hui dans les arsenaux la formule du XVIe siècle *six de salpêtre, as et as de soufre et de charbon :* peut-être renforce-t-on un peu la proportion du charbon pour diminuer d'autant celle du soufre, mais la modification porte sur un ou deux centièmes au plus. Si le dosage des éléments a peu varié, il faut reconnaître qu'on a grandement amélioré la qualité du produit en changeant son état physique : le lissage, la forme, la grosseur et la densité des grains ont en effet une grande influence, et c'est dans cette voie qu'on a réalisé les plus sérieux progrès.

On avait cherché longtemps le moyen d'augmenter la force propulsive de la poudre en remplaçant le salpêtre par des oxydants plus énergiques : telle était la poudre de Berthollet au chlorate de potasse ; malheureusement on réalisait un mélange explosible par le frottement. Berthollet expérimentait à Essonnes, en 1792 ; la France était envahie et elle demandait de la poudre pour ses soldats : le grand chimiste crut qu'il avait trouvé le moyen de braver toutes les coalitions. Un jour, il faisait parcourir son usine à quelques dames, et leur montrait les mortiers de bois dans lesquels on triturait avec de l'eau le terrible

mélange : le bout métallique de sa canne rencontra sans doute un grain desséché de la substance, car il se produisit tout à coup une explosion formidable. Sur huit personnes présentes, sept furent tuées, une seule survécut, Berthollet. En 1849, Augendre inventa une poudre blanche, composée, comme la précédente, de chlorate de potasse mêlé au prussiate jaune et au sucre ; on voulut l'employer à Paris, en 1870; mais le 7 octobre une explosion terrible détruisait l'usine de la rue de Javel, où M. de Plazanet avait accepté par patriotisme de fabriquer cette poudre néfaste. L'expérience en est faite aujourd'hui et l'on y a définitivement renoncé ; du reste, ces produits si sensibles ont le grave défaut d'être brisants et de détériorer les armes à feu. Voilà pourquoi on reviendra toujours au mélange de Berthold Schwarz.

La poudre ordinaire a l'immense avantage de ne pas s'enflammer au choc : elle brûle quand on élève sa température à 300 degrés, et il se forme alors de l'azote, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de la vapeur d'eau et quelques autres gaz qui occupent, à la température élevée développée par la réaction, 6500 fois le volume primitif de la substance solide, en exerçant par conséquent environ 6500 atmosphères de pression sur les parois de l'enceinte qui les renferme (1). Cette pression détermine l'explosion, qu'on utilise pour lancer un projectile ou pour disloquer un front de taille dans l'industrie minière.

A l'état de pulvérin, la poudre brûle lentement et fort

(1) Le comte Rumford avait déjà essayé de mesurer la pression explosive de la poudre en 1793; il crut observer 100000 atmosphères. En 1857, le major américain Rodman et, presqu'en même temps, la commission d'artillerie prussienne concluaient à 1300 atmosphères ; puis MM. Bunsen et Schischkoff trouvèrent 4374 atmosphères ; le général Piobert doubla ce chiffre. Théoriquement M. Berthelot évalue la pression à 62700 atmosphères, mais la dissociation réduit le chiffre calculé dans une proportion inconnue : nous estimons à 6500 atmosphères la pression effective réalisable dans un vase clos. Le général Mayewski a relevé une pression de 604 kilogrammes dans une pièce de 4 : ce serait le dixième de la pression effective et le centième de la pression théorique.

mal, parce que la flamme ne s'y propage qu'avec difficulté et de proche en proche; la poudre en grains s'enflamme au contraire très vite, si les grains ne dépassent pas 1 à 2 millimètres de diamètre. Les poudres grenées sont en usage depuis le XVIe siècle; suivant leur état de granulation, on les rend aptes aux mousquets ou bien aux canons. La règle qui permet d'approprier chaque espèce de poudre aux nécessités de son emploi est très simple: le maximum d'effet est produit, dans une arme donnée, par la poudre qui brûle complètement dans le temps que le projectile met à parcourir l'âme de la pièce; elle imprime alors à ce dernier progressivement, et non pas instantanément, toute la force de projection dont elle est capable. Le diamètre des grains sera donc calculé d'après le calibre et la longueur d'âme de la bouche à feu à laquelle la poudre est destinée : tout cela se détermine mathématiquement, et l'on en déduit l'impulsion du boulet à un moment donné, sa vitesse au même instant, et la quantité totale de mouvement avec laquelle il commence sa trajectoire extérieure, c'est-à-dire en d'autres termes, la puissance de destruction qu'il possède. Les comités d'artillerie sont devenus de véritables académies de savants, et il faut aux ingénieurs des poudres tout le bagage scientifique d'un polytechnicien sérieux.

Chaque arme a donc sa poudre. L'adoption du chassepot en 1866 nécessita la mise en service d'une poudre nouvelle ; avec les canons rayés se chargeant par la culasse, on a été amené à la poudre *pebble*, ce qui veut dire la poudre caillou; les pièces de marine emploient enfin des poudres prismatiques comptant 15 grains au kilogramme. La France fabrique des poudres à grains plats : l'Angleterre emploie les grains cylindriques évidés et l'Allemagne, les grains prismatiques hexagonaux percés de sept canaux. Le but que l'on poursuit dans tous les pays, c'est d'obtenir une poudre progressive, répondant à la règle formulée ci-dessus ; c'est le dernier mot de

l'artillerie savante, et celle-ci décide aujourd'hui du sort des batailles.

Mais la vieille poudre des moines, bien que modernisée, est restée un explosif bien discret à côté de ceux qu'a découverts et créés la chimie contemporaine. Ce ne sont plus des mélanges, mais de véritables combinaisons. Faites agir l'azotate de mercure sur l'alcool, vous produisez le fulminate de mercure, employé dans la confection des amorces de cartouches et des étoupilles. Traitez l'indigo par l'acide azotique, comme le faisait en 1788 Jean Michel Haussmann, chimiste de Colmar en Alsace, vous obtiendrez l'amer d'indigo, plus connu aujourd'hui sous le nom d'acide carbazotique ou d'acide picrique ou enfin de trinitrophénol, depuis qu'on le fabrique à l'aide de l'acide phénique (1). Le fulmicoton est le résultat de l'action de l'acide azotique sur du coton; de même la paille donne le fulmipaille, la glycérine la nitroglycérine, l'amidon la xyloïdine, le sucre la vigorite, la benzine la nitrobenzine, etc. (2). Ce sont là des agents auprès desquels la poudre n'est plus qu'un jouet inoffensif : il suffira de quelques exemples pour le démontrer surabondamment.

Vers la fin du mois d'avril 1866, arrivait à Aspinwall (Nouvelle-Grenade) un navire anglais, l'*European*, avec un chargement de 70 petites boîtes métalliques, contenant un produit nouveau, désigné sous le nom de *glynoin oil*. Les ouvriers procédaient au déchargement

(1) Le phénol a pour formule $C^{12} H^4 (H^2 O^2)$; en substituant $Az O^4$ à trois équivalents d'hydrogène, on forme le trinitrophénol, $C^{12} H (Az O^4)^3 (H^2 O^2)$. Cette découverte a fait baisser à 10 francs le prix du kilogramme d'acide picrique, lequel coûtait encore 30 francs en 1862.

(2) La nitroglycérine peut être prise comme type de la réaction : la glycérine a pour composition $C^3 H^2 (H^2 O^2)^3$; remplaçons les trois équivalents d'eau par autant d'équivalents d'acide azotique, nous formons la nitroglycérine dont la formule s'écrit $C^6 H^2 (Az O^5, HO)^3$. C'est une trinitrine. La constitution de la cellulose nitrique est un peu différente, mais il serait difficile de la discuter ici sans aborder l'exposé complet de cette belle et intéressante théorie.

des marchandises, lorsque soudain éclate une explosion épouvantable : le sol tremble, une trombe d'eau se soulève, une colonne de poussière et de fumée monte dans les airs ; le navire est brisé, les pierres du quai arrachées, et l'on voit retomber partout des membres épars, d'affreux et sanglants débris. L'entrepôt fut détruit par l'explosion, et dix millions ne suffirent pas pour réparer le désastre, dans lequel soixante personnes perdirent la vie. C'est ainsi que se fit connaître en Amérique le glynoin oil, autrement dit, la nitroglycérine.

A Paris, le 16 mars 1869, à 4 heures du soir, une détonation terrible mettait en émoi le quartier latin : les maisons étaient secouées comme par un tremblement de terre, des passants étaient renversés sur la place de la Sorbonne, des projectiles de toute nature volaient dans les airs et plus de dix mille carreaux de vitre se brisaient du boulevard Saint-Germain au Panthéon : le magasin de produits chimiques de M. Fontaine venait de sauter! J'étais étudiant à cette époque et je courus dans la soirée, comme tout le monde, pour voir l'horrible spectacle : je ne l'oublierai pas de ma vie. Un éclat de bois avait été lancé à travers la place, et il s'était implanté comme une flèche dans l'enseigne de l'hôtel du Périgord ; la façade de cet hôtel était criblée de mitraille ; on retrouvait une tête sanglante sur un balcon du cinquième étage ; le sol était raviné devant la boutique où l'explosion s'était produite. Tout Paris avait entendu le bruit, et l'on fut heureusement surpris d'apprendre qu'il n'y avait que six victimes de la catastrophe ; mais la Sorbonne recueillit une vingtaine de blessés. Ce désastre avait été causé par du picrate de potasse, dont le laboratoire de M. Fontaine était trop largement muni pour la fabrication de la poudre Designolle : l'enquête, qui suivit comme toujours l'accident, eut le succès habituel des enquêtes, elle ne donna aucune explication de l'explosion.

Nous pourrions encore raconter le désastre de Bremer-

haven en 1875, celui du fort de Joux, en 1877; mais pourquoi multiplier ces terrifiants exemples et prolonger ce lugubre récit?

Les expériences suivantes feront mieux connaître la puissance des nouveaux agents explosifs: elles ont été signalées à l'Académie par M. Abel, directeur de l'arsenal de Woolwich. Une cartouche de coton-poudre comprimé écrase et pulvérise un bloc de pierre de taille de 50 centimètres de côté; placée sans bourrage dans un trou de 30 millimètres de diamètre foré au centre d'un bloc de fonte, elle détermine la rupture de ce bloc, eût-il même 40 centimètres de diamètre; elle rase et projette au loin une palissade de pieux de 35 centimètres d'équarrissage.

La nitroglycérine est bien autrement active : elle donne effectivement près de 43000 fois son volume de gaz et peut développer en vase clos plus de 40000 atmosphères de pression.

Il existe dans l'industrie une nitroglycérine atténuée, inventée par Nobel et devenue célèbre sous le nom de dynamite. La nitroglycérine, qui est une huile, est mêlée à une silice poreuse, le kieselguhr (1); on obtient alors une pâte brune, plastique, onctueuse au toucher. Sa teneur est d'au plus 80 pour cent de glycérine nitrée: or, voici les terribles effets de la dynamite. Une cartouche de 30 grammes creuse un trou rond de 50 millimètres de diamètre dans une plaque de tôle de 6 millimètres d'épaisseur. Une charge de 2 kilos, détonant dans l'air à $1^{m}20$ d'une enclume trouée, moule dans cette cavité une plaque d'acier doux de 3 millimètres, par le choc de l'air ébranlé. Il suffit de 7 kilos pour renverser un mur de pierre de taille de 3^{m} de long, 2^{m} de haut et $0^{m}50$ d'épais-

(1) Cette silice est constituée par l'enveloppe fossile d'une algue, la diatomée : on la trouve en abondance à Oberlohe, en Hanovre; mais on a découvert en France, dans le Puy-de-Dôme, des gisements de même nature, formés d'une silice également poreuse et perméable, appelée la randanite. Notre pays a donc cessé d'être le tributaire de l'Allemagne.

seur. Enfin, une torpille chargée de 15 kilos produit, en éclatant sous l'eau, une trombe de 100^m de hauteur.

Tels sont les puissants agents dont nous disposons : ce sont des créations du génie humain ; les ingénieurs en ont tiré un parti merveilleux en même temps qu'on en faisait le plus terrible usage dans les luttes homicides qui ensanglantent périodiquement le monde. Nous montrerons plus loin le double rôle des corps explosifs dans les féconds travaux de la paix et dans les horreurs glorieuses de la guerre ; mais nous aurons d'abord à établir la théorie chimique et mécanique de leur action.

Avant d'aborder ce point, relevons une chose étrange : ces produits foudroyants sont susceptibles d'être utilisés des manières les plus diverses et les plus inattendues. Ainsi, l'acide picrique est une matière colorante, employée pour teindre la soie en jaune ; heureusement qu'il suffit d'un gramme pour colorer un kilo de tissu. Le fulmicoton, dissous dans l'éther, constitue le collodion des photographes et des pharmaciens ; mêlé au camphre, il donne la celluloïde et le corail artificiel ; la nitrobenzine est un parfum délicat, connu sous le nom trompeur d'essence de myrbane ; enfin la nitroglycérine, le plus terrible des explosifs, est un médicament pour l'usage interne !

II

THÉORIE DES EXPLOSIFS.

Quelle définition donnerons-nous des corps explosifs ?

On dit généralement que toute substance susceptible de se transformer subitement en un volume beaucoup plus considérable de gaz est explosive : c'est en effet une condition de l'explosion. Ainsi, la poudre donne 6500 volumes de gaz chauds, et il se développe conséquemment, dans l'espace clos qui enserrait la matière solide, une

pression énorme ; c'est cette pression qui chasse le projectile et fait éclater l'obus ou le shrapnel. Le fulmicoton (1) donne de l'azote, de l'hydrogène, du bioxyde d'azote, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, du formène et de l'acide cyanhydrique ; quand le pyroxyle a été fortement comprimé, les gaz chauds égalent 22 000 fois le volume primitif. La nitroglycérine fournit 43 000 volumes. Les effets de rupture s'expliquent donc aisément par les pressions développées dans la combinaison des éléments de la poudre ou dans la décomposition des produits nitrés.

Toutefois la pression n'est qu'un des facteurs de l'explosion. Renfermez de l'eau dans un obus et faites la congeler ; en changeant d'état, l'eau augmente aussi de volume, et il naît une pression énorme qui aura raison des enveloppes les plus résistantes, voire même d'une enceinte de fer forgé que la poudre ne briserait pas ; mais ces enveloppes, qui s'ouvrent avec fracas, n'exploseront pas et il n'y aura pas de projection d'éclats. La pression ne suffit donc pas pour expliquer les phénomènes explosifs. C'est que, dans l'explosion, il y a de plus un travail à effectuer, et il est absolument nécessaire d'en tenir compte : cette considération nous amène à considérer la chaleur rendue disponible dans le phénomène.

Tout le monde sait aujourd'hui qu'une relation mathématique lie tout travail dépensé d'un côté à la chaleur recueillie d'autre part : un kilogrammètre équivaut à $\frac{1}{425}$ de calorie, une calorie à 425 kilogrammètres. Or, c'est un travail que de faire voler dans l'espace les fragments brisés d'une enveloppe de fonte ; il faut donc de la chaleur disponible pour effectuer ce travail. En se congelant, l'eau n'a fourni que 80 calories par kilogramme ; voilà

(1) M. Berthelot propose l'équation suivante pour le fulmicoton :

$$2\,C^{24}\,H^{10}\,O^{10}\,(Az\,O^5, HO)^5 = 2\,Az + H + 5\,Az\,O^2 + 12\,C^2\,O^2 + 7\,C^2\,O^4 + 9\,H^2\,O^2 + 2\,C^2\,H^4 + 3\,C^2\,AzH.$$

pourquoi la congélation n'a produit qu'un effet de rupture sans projection d'éclats.

Ne séparons donc pas ces deux facteurs importants de l'explosion : la pression produite et la chaleur rendue disponible ; ils ne sont pas absolument indépendants, je le reconnais, mais ils sont certainement distincts. Un corps sera d'autant plus explosif qu'il produira plus de gaz et de chaleur; et l'on mesurera très correctement sa puissance relative en multipliant les volumes engendrés par les calories dégagées, ainsi que l'a fait M. Berthelot. Le tableau suivant explique très bien les différences d'effets obtenus avec les divers explosifs.

SUBSTANCE	VOLUME DU GAZ A FROID	CALORIES DÉGAGÉES PAR KILOGRAMME	FORCE EXPLOSIVE
	V	C	VC
Poudre de guerre	225 litres	608 000	137 000
Poudre Berthollet	238 „	764 000	190 000
Fulminate de mercure	801 „	590 000	472 000
Pyroxyle	805 „	631 000	508 000
Acide picrique	780 „	687 000	536 000
Nitroglycérine	710 „	1 320 000	939 000

Les produits VC sont caractéristiques des substances auxquelles ils se rapportent : ils sont proportionnels à peu près au travail maximum produit dans l'explosion, et nous voyons que la réputation de la nitroglycérine est bien justifiée.

Mais nous n'avons pas encore signalé tous les éléments de la théorie des corps tonnants ; outre l'énergie disponible, il faut encore considérer le temps nécessaire pour l'actualisation de cette énergie potentielle. En effet, il est important que la réaction s'achève dans le moins de temps possible, sinon la chaleur produite se dissiperait par rayonnement et conductibilité au fur et à mesure de sa formation, sans créer de travail. Ainsi l'acide formique donne en se décomposant (1) un volume considérable

(1) Suivant la formule : $C^2 H^2 O^4 = C^2 O^2 + H^2 O^4$.

d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau avec un dégagement de 126 calories par gramme ; et pourtant ce n'est pas un corps explosif, attendu que cette réaction exige des heures pour se parachever. Même remarque pour l'acétylène, qui se transforme en vapeur de benzine (1) en dégageant lentement 2192 calories par gramme : ce n'est pas davantage un explosif, pour la même raison. L'élément vitesse est donc prépondérant en bien des cas : ainsi le pyroxyle, qui ne dégage guère plus de calories que la poudre, doit à la rapidité de sa décomposition les avantages particuliers qu'il présente, et l'expérience suivante permet d'apprécier cette vitesse comparativement à celle de la poudre; qu'on enflamme une mèche de fulmi-coton sur un lit de poudre ordinaire, la poudre ne brûlera pas.

Il faut donc trois choses pour constituer un explosif, doué de propriétés disruptives énergiques : la production d'un grand volume de gaz, un dégagement de chaleur considérable et une vitesse suffisante de réaction.

Il semblerait qu'une quatrième condition dût être adjointe aux précédentes : la présence de l'azote dans la composition des corps explosifs. C'est en effet une coïncidence qui parut étrange aux premiers savants dont les études se portèrent sur les corps explosifs : tous contiennent de l'azote. Le fulmicoton, la nitromannite, la nitroglycérine, la vigorite et tous les explosifs définis sont des éthers azotiques (2). Sont-ils explosifs parce qu'ils sont azotés ?

On peut répondre très catégoriquement à cette question : ces corps sont explosifs parce qu'ils appartiennent tous à la classe des corps endothermiques, c'est-à-dire des corps formés, non pas avec dégagement de calorique, mais avec absorption de calorique; or, les corps azotés sont

(1) $3\,C^4H^2 = C^{12}H^6$.

(2) En effet, l'eau et les alcalis les décomposent, et reproduisent l'alcool générateur et l'acide azotique ; car on sait que la nitroglycérine, par exemple, est un alcool triatomique et la mannite un alcool polyatomique.

pour la plupart endothermiques. Nous touchons ici à une des plus belles théories de la mécanique chimique : arrêtons-nous y un instant (1).

Les combinaisons endothermiques ne se forment pas d'elles-mêmes, mais elles exigent l'intervention d'une énergie étrangère ; il faut dépenser du travail pour édifier ces composés. Ce travail a pour résultat de disposer côte à côte, dans un état passif, des éléments qui sont doués d'une grande affinité réciproque : que cet assemblage anormal vienne à être défait, et les affinités se satisferont avec dégagement de chaleur (2). A ce moment, toute l'énergie emmagasinée dans le corps s'actualisera, et le dégagement de calorique sera d'autant plus grand que le corps aura été plus nettement endothermique. Cela nous explique pourquoi la nitroglycérine est plus puissante que la nitrobenzine, qui s'est formée en absorbant moins d'énergie.

On peut dire, en reprenant une comparaison devenue classique de Boerhaave, que les endothermiques sont des unions factices, sur lesquelles pèse une menace perpétuelle de divorce. On pourrait les dépeindre encore comme des édifices moléculaires délicats et fragiles à l'égal d'un château de cartes : un souffle les fait crouler. Telles sont, au point de vue physique, les larmes bataviques : il suffit d'en briser la pointe pour que tout tombe en poussière ; tels sont les composés nitreux. Le chlorure d'azote déposé sur une corde de violon détone aussitôt qu'on fait vibrer cette corde ; l'acide azoteux fait explosion dans un tube auquel on fait rendre un son aigu en le frottant longitudinalement avec un doigt de gant enduit de colophane. L'explosion d'une cartouche de pyroxyle suffit pour provoquer la détonation d'une cartouche semblable placée dans le voisinage.

(1) Nous avons déjà exposé cette théorie dans la *Revue des questions scientifiques*, en octobre 1878 : nous en donnons ici un résumé succinct.

(2) Tel est le cas de la nitroglycérine, dans laquelle l'hydrogène, le carbone et l'oxygène se combinent dans la décomposition du produit :

$$C^6 H^2 (Az O^5, HO)^3 = 6\ CO^2 + 5\ HO + 3\ Az + O.$$

A Vanves, un enfant s'amusait avec un de ces pistolets minuscules qu'on vend sur les champs de foire : il s'en donnait à cœur joie, le pauvre petit, et fatiguait les oreilles de tout le monde; il avait acheté de ses économies une certaine provision d'amorces, qui devait l'occuper de longues heures, et les précieuses petites boîtes étaient placées à côté de lui sur un guéridon. Soudain se produit une explosion formidable, la table est pulvérisée, le sol creusé, et l'enfant est tué sur le coup. Qu'était-il arrivé? La commotion de l'air avait rompu l'équilibre instable du fulminate, et il avait détoné ; une allumette n'aurait pu produire cet effet. Ces actions à distance sont toujours à redouter : à Paris, en 1878, ces mêmes amorces au fulminate faisaient sauter un bazar de la rue Béranger : huit millions de ces petites rondelles de papier rose explosaient simultanément et dévastaient le quartier ; l'enquête démontra à l'évidence que le phénomène avait été spontané. Ces explosions sympathiques sont du reste connues, et elles s'expliquent par la composition même et la nature des explosifs. Abel avait observé de nombreux cas de décomposition provoqués par l'explosion d'un corps voisin : la nitroglycérine fait détoner la nitroglycérine, le fulmicoton fait détoner le fulmicoton ; mais, chose curieuse, le fulmicoton n'a pas d'action semblable sur la nitroglycérine, comme s'il y avait là une sorte de résonance harmonique analogue à celle qu'on étudie en acoustique.

Autre particularité : une cartouche de dynamite peut être allumée dans la main, car elle brûlera comme un feu de bengale, sans exploser; mais enflammez-la par une capsule, et elle détonera avec violence. On peut sans danger démolir l'édifice pierre par pierre, molécule par molécule, mais on ne doit pas le faire crouler tout d'un coup parce qu'alors il restitue instantanément tout le calorique absorbé dans sa formation, et met en action l'énergie dépensée pour élever ce château branlant

construit sur le sable. La théorie est d'accord avec la pratique.

Les considérations que nous venons de présenter brièvement rendent compte de la présence constante de l'azote dans les corps explosifs, en même temps qu'elles expliquent leur peu de maniabilité, leur étonnante sensibilité et leur désastreuse instabilité jointe à une puissance colossale.

III

LES EXPLOSIFS DANS LES ARMES DE GUERRE.

En 1347, Hugues de Cardailhac recommandait aux défenseurs de Brioule, par un ordre du jour qui nous a été conservé dans les chroniques de Froissart, de tirer d'abord sur les assaillants avec des arbalètes à tour, puis avec des arbalètes à pied et enfin seulement avec les *pierres* et *canons*, « qui portent le moins loin. »

Trois siècles plus tard, Vauban traçait ses fortifications en comptant sur une portée d'artillerie de 1200 mètres et de mousqueterie de 200 mètres : en 1870, son chef-d'œuvre, Strasbourg, n'était plus qu'un nid à bombes!

Aujourd'hui, les pièces de siège ont une portée de 18 kilomètres. L'étude théorique des poudres progressives et l'application des derniers progrès de la métallurgie ont réalisé ces étonnants progrès, qui ont révolutionné l'art de la guerre.

Tous les vingt ans, l'armement se modifie et se perfectionne.

« Qu'on le sache bien, la guerre de 1870 n'aura été qu'un jeu d'enfants à côté de celle qui éclatera, » disait, il y a quelques jours, le prince de Bismark : on peut l'en croire sur parole. En effet, les armes de guerre ont été singulièrement améliorées depuis Metz et Sedan, et l'on

frémit en envisageant les conditions nouvelles d'une lutte qui peut mettre demain des millions d'hommes aux prises. Les circonstances critiques que nous traversons en ce moment donnent un intérêt particulier à l'étude des armes qui entreront en lice.

Nous ne parlerons que pour mémoire des canons géants construits dans ces dernières années, le King-Gun de 100 tonnes du Duilio, les Infants de Woolwich, le Krupp de 124 tonnes, le Fraser de 200 tonnes, ce dernier lançant à 19000 mètres un projectile de 2000 kilos. Le rapport du poids du boulet à celui de la pièce étant de 1 à 100, il n'y a plus de limites, et l'on pourrait lancer des masses de fer de 3000 et de 4000 kilos avec des bouches à feu de 300 tonnes, voire même de 400. Ces canons sont des monstres dont il est difficile de prévoir le rôle ; qui ne se rappelle ce formidable canon de l'usine d'Essen, exposé à Paris, en 1867 ; il fut amené devant Belfort, mais on prétend qu'il ne tira qu'un seul coup, une pièce de rempart l'ayant culbulté aussitôt et mis hors d'état de suivre. Ce sont des leçons dont on tient compte dans tous les camps : ces engins formidables resteront peut-être les princes de la mer ; mais, sur terre, leur masse limitera heureusement leur emploi.

C'est dans une autre voie que le canon s'est perfectionné.

Et d'abord, la construction des bouches à feu est entrée depuis quelques années dans une phase nouvelle. On a réussi aujourd'hui à augmenter la résistance des tubes tout en diminuant leur poids, en les enveloppant de manchons métalliques, dont le diamètre intérieur est un peu moindre que le diamètre extérieur au point correspondant du tube. On pose ces frettes à chaud, mais à une température modérée, et non point au rouge, comme on l'a écrit par erreur. Le refroidissement entraîne une contraction, d'où résulte un serrage, qui augmente la résistance de la bouche à feu s'il ne dépasse pas une

certaine limite, et la compromet s'il devient trop considérable. On fait mieux encore en frettant la pièce par un fil d'acier, formant autour d'elle une sorte de bobine aux spires serrées; les bouts des fils sont réunis par une forte brasure, et le tout est encore recouvert d'une jaquette d'acier. Les ingénieurs de Woolwich ont créé par ce procédé une pièce de 250 millimètres de diamètre, supportant une pression de 10 tonnes par centimètre carré, et ne pesant que 25 tonnes. Les forges d'Elswick ont réalisé un autre type de 411 millimètres, éprouvé à des pressions de 15 tonnes, sans érosion de l'âme. Les maisons Krupp d'Essen et Cail de Paris, cette dernière dirigée par le colonel de Bange, ont aussi leurs modèles : ces pièces, dont la longueur est d'environ 35 calibres, et dont l'âme présente jusqu'à 150 rayures de pas croissant, ont une rectitude de tir étonnante et une puissance formidable de pénétration. Grâce aux progrès simultanés de la fabrication de la poudre, qui s'est développée parallèlement avec la construction des bouches à feu, les projectiles ont des vitesses de 400 à 700 mètres par seconde à la sortie de la gueule ; leur énergie égale dix à quinze mille tonnes-mètres; leur quantité de mouvement dépasse 450 000 unités, et leur puissance de pénétration atteint 50 000 tonnes par pied carré (1), ainsi qu'on l'a constaté dernièrement en Angleterre, avec des projectiles de 900 kilos et des charges de 400 kilos de poudre. Un boulet, animé d'une telle force de pénétration, percerait une armure de plus de 70 centimètres d'épaisseur.

En somme, on a remarquablement modifié le canon en diminuant son poids tout en augmentant sa résistance ; on a admirablement tiré parti des poudres progressives en augmentant la vitesse initiale du projectile et son énergie, sans atteindre des pressions trop élevées. Ce n'étaient pas de vulgaires artilleurs, ceux qui ont inauguré ces voies nouvelles, c'étaient de véritables savants.

(1) Soit 5500 tonnes environ par décimètre carré.

Le fusil n'est pas resté en arrière, et voici que la France étudie à Châlons, l'Allemagne à Spandau des armes qui portent à 2000 mètres et impriment à la balle une vitesse initiale de 500 mètres. Ces résultats sont obtenus, il est vrai, avec des poudres spéciales : ainsi le fusil Lebel qui sera probablement adopté en France, emploie la poudre du général Brugère (1).

Cette poudre, dont on parlera peut-être beaucoup, a été présentée en 1870 à l'Académie des sciences ; elle est formée de 54 parties de picrate d'ammoniaque et de 46 parties de salpêtre, et possède des qualités propulsives remarquables, sans être spontanément explosive, ni brisante. A cet égard, elle est même supérieure à la poudre ordinaire, attendu qu'elle est plus lente ; en effet, réduite à l'état de galette, elle brûle avec une vitesse moyenne de 6 millimètres par seconde alors que la poudre a une vitesse de 11 millimètres. De plus, elle est moins hygrométrique, et elle donne moins de fumée et moins de dépôts solides (2) : on peut la chauffer jusqu'à 310 degrés sans explosion. Ces résultats étaient inattendus pour un produit au picrate : mais nous verrons dans la suite de cette étude, que certains mélanges peuvent atténuer sensiblement les propriétés des composants, au point que l'azotate d'ammoniaque fait du coton-poudre un agent qui fuse et n'explose plus. En substituant le picrate d'ammoniaque au picrate de potasse, employé d'abord par M. Désignolle, M. Brugère a réalisé un perfectionnement considérable ; il a pu être conduit à cette découverte par une déduction rationnelle des principes.

La poudre Désignolle, qui a causé le désastre du magasin Fontaine, était destinée spécialement au chargement

(1) On hésite encore entre le fusil Lebel et le fusil Gras à magasin.

(2) La réaction de combustion peut être représentée par la formule suivante :

$$C^{12} H^{2} (Az O^{4})^{3} AzH^{4} O^{2} + 2 KO AzO^{5} = 2 KO, CO^{2} + 10 CO^{2} + 6 Az + 6 H.$$

Le résidu se compose donc uniquement de carbonate de potasse.

des torpilles, car elle était excessivement brisante ; on n'en parle plus guère, attendu qu'elle est bien inférieure au fulmicoton comprimé et à la dynamite.

Nous voilà amenés à parler des torpilles, ces armes nouvelles, défensives et offensives à la fois, qui sont intervenues naguère dans la lutte que se livraient les canons et les cuirassés, et desquelles on pourra dire: *ceci tuera cela*, car aucune forteresse flottante ne saurait leur résister. Inventées au XVIIe siècle, appliquées avec succès par Fulton en 1810, elles ont joué un rôle considérable dans la guerre de sécession d'Amérique et aujourd'hui elles ont acquis une puissance tellement formidable que les amirautés hésitent à construire de nouveaux cuirassés.

Tout le monde parle des torpilles, mais on ne les connaît guère : qu'est-ce donc qu'une torpille ?

Imaginez une bombe ou une enceinte de fer, aux parois résistantes, remplie de dynamite, munie d'un appareil quelconque permettant de la faire éclater à un moment donné : ce sera une amorce de percussion, ou une capsule à mèche, ou bien une amorce électrique placée dans le circuit d'une bobine d'induction ou d'un exploseur Bréguet à coup de poing (1). Admettez que cette machine infernale se trouve adossée contre les flancs d'un navire et qu'elle fasse explosion. Les gaz produits opéreront en tous sens un refoulement des molécules liquides et se créeront une chambre sphérique, qui tendra vers la surface et soulèvera une colonne d'eau énorme, en même temps que les points voisins subiront une commotion violente produite par le choc de l'onde liquide, refoulée en tous sens autour du fourneau. Cette action sera tellement instantanée que tout l'effort portera sur la paroi, et le terrible engin fera brèche dans la cuirasse la plus épaisse et ruinera les plus fortes membrures, sans que le cercle

(1) La mise du feu par détonation est requise.

dangereux dépasse vingt mètres ; de plus, l'action de la torpille ne s'exercera efficacement que sur un obstacle doté d'une certaine inertie, et elle sera très faible sur une coquille de noix qui fuira devant l'onde de compression. Ce point est important à noter.

Toute la difficulté consiste à réaliser le contact entre la torpille et la carène à éventrer : à cet effet, on emploiera, suivant les cas, des torpilles fixes, ou des torpilles portées, ou des torpilles projetées, ou enfin des torpilles automobiles dirigeables. Mais nous n'avons pas la prétention d'exposer ici toutes les tactiques de combat torpédique : signalons seulement le cas si fréquent où de légers bateaux porte-torpilles iront attacher l'engin destructeur contre la paroi d'un formidable monitor, et essayons de reconstituer la scène émouvante de ce drame naval.

Le cuirassé est au mouillage : les servants de sa redoutable artillerie passent la nuit sur le pont et de nombreux factionnaires ont l'oreille et l'œil au guet. Profitant de l'obscurité, un bateau Thornicroft tentera la fortune : c'est un frêle esquif, une petite chaloupe à vapeur longue de 20 mètres, large de 2, presque entièrement submergée, d'une mobilité extrême, filant 20 nœuds à l'heure, soit 10 mètres à la seconde ; elle porte deux espars, c'est-à-dire deux longues perches de 14 mètres de long, à l'extrémité desquelles est fixée une torpille de 30 kilos de dynamite. L'objectif est de placer cette torpille contre les flancs du navire, à une profondeur d'au moins 3 mètres sous l'eau et de la faire sauter. On s'approchera du colosse en grand silence, lentement d'abord, pour atténuer le bruit des machines et du sillage et rester inaperçu le plus longtemps possible. Découvert à quelques centaines de mètres, le torpilleur ne répondra rien au qui-vive du factionnaire ; il mettra les espars en garde et avancera de toute sa vitesse. Il arrive sur le navire en moins d'une minute, à travers une grêle d'obus, de balles et de

mitraille et le frappe au point marqué ; la torpille éclate contre les œuvres vives de l'ennemi et ouvre dans sa coque une large voie d'eau. Une gerbe liquide se soulève et couvre la petite embarcation de l'assaillant, qui fait machine arrière et s'enfuit pour assister de loin aux dernières péripéties de ce terrible coup de théâtre. Dans ce combat corps à corps, les chances sont fort inégales et le pygmée a presque toujours raison du géant. Plus de dix monitors ont péri dans la guerre d'Amérique sous les coups des *Davids* et des *screwpicket boats;* dans la guerre russo-turque, les Ottomans perdirent ainsi trois cuirassés ; dans la guerre du Chili et du Pérou, les monitors eurent encore le dessous ; à Foutchéou, l'illustre amiral Courbet employa avec succès ses deux torpilleurs 45 et 46. Bref, le torpilleur est un assaillant formidable, et l'on a vu de grands navires fuir devant de petites baleinières munies d'espars. En général, avec de l'intrépidité et du sang froid, les plus frêles embarcations peuvent se dégager du tourbillon produit par le navire qui saute et coule à pic, et l'on ne connaît qu'un seul cas où un david américain s'abîma avec le cuirassé ; les Russes ne perdirent qu'un de leurs canots, qui fut défoncé par l'artillerie d'un navire turc.

Pour conserver l'empire des mers, les forteresses flottantes doivent nécessairement maintenir leurs terribles adversaires à distance : à cet effet, on couvre le pont de canons Hotchkiss, de mitrailleuses et de canons-revolvers, en même temps qu'on emploie de puissants foyers électriques pour inonder l'horizon de lumière ; mais le torpilleur se rend invulnérable et invisible en se bardant de fer, en supprimant sa cheminée et en prenant la couleur de l'eau. Bien plus, il devient sous-marin : tous les journaux ont parlé du bateau Nordenfeldt, qui s'immerge à 20 mètres de profondeur, à l'aide de deux hélices latérales à axe vertical et d'un lest variable, analogue à la vessie natatoire des poissons. Contre de tels ennemis, les cuirassés n'ont

plus qu'une protection : ils s'entourent de filets et de *crinolines* de fer; le filet Bullivant semble assurer pour le moment leur sécurité. Le torpilleur renonce dès lors à porter ses engins explosifs au bout de ses espars : il les lance de loin, de manière à percer le filet, ou bien il emploie des torpilles automobiles Whitehead; elles coûtent un peu cher, mais qu'est-ce que cinq ou dix mille francs dans le budget de la marine quand on espère détruire à ce prix un géant qui a coûté des millions? La torpille Berdan est plus ingénieuse encore : grâce à une combinaison mécanique assez simple, cette machine de guerre plonge automatiquement dès qu'elle touche le filet et elle va se relever contre le flanc du navire; on la dirige à volonté à 1500 mètres de distance, et elle obéit comme un être raisonnable à la volonté de celui qui la gouverne. Il était donc bien vrai de dire que « ceci tuera cela », et les amirautés sont aux abois pour défendre ces formidables navires dont les carapaces de fer semblaient défier toutes les attaques : trente kilos de dynamite ont raison en effet d'un vaillant équipage, et quelques secondes suffisent pour détruire le travail de plusieurs années et le fruit des épargnes d'un peuple.

L'efficacité des explosifs dans les luttes navales devait réveiller l'ardeur des ingénieurs militaires, qui cherchaient depuis si longtemps à utiliser la dynamite pour le chargement des obus et de tous les projectiles creux.

On avait essayé successivement les picrates, le fulmicoton et la dynamite ; mais on avait échoué contre deux écueils. Et d'abord, ces substances faisaient éclater fréquemment l'obus dans la pièce, par suite du choc au départ et de l'échauffement du métal occasionné par le tir et par le frottement dans les rayures de l'âme ; de plus, on n'avait pas réussi à régler l'éclatement de ces projectiles, qui sautaient dès qu'ils touchaient le but; or, dans le tir en brèche, il faut que les obus pénètrent dans les maçonneries avant de se briser, sinon ils ne produiraient

que des dégâts superficiels, sans disjonction des matériaux. On cherchait depuis longtemps à corriger ces deux défauts, mais la question semblait désespérée, lorsque tout à coup les Allemands ont découvert la roburite ou la hellhofite, les Russes le silotwaar, les Suédois la bellite et les Français la mélinite : la nature et la composition de ces substances sont restées secrètes, et nous ne pouvons que former des conjectures à cet égard (1). Par contre, on a eu soin de faire connaître leurs propriétés ; ainsi la mélinite a, *dit-on*, une force explosive très supérieure à celle de la nitroglycérine, et elle produit dans les maçonneries et les terre-pleins des effets de destruction et de bouleversement qui dépassent tout ce qu'on peut rêver. Dans les fameuses expériences de la Malmaison, de la Fère et de Bourges, on employait des obus de 2 mètres de long, qui étaient lancés par un mortier de 220 millimètres ; aucune tourelle, aucune casemate ne put résister à un tir vertical ; aucune muraille ne resta debout sous un tir de plein fouet ; un seul obus suffit pour bouleverser de fond en comble un magasin à poudre. Au début des essais, un projectile éclata dans la pièce : celle-ci fut pulvérisée et l'on en retrouva de menus éclats à 1200 mètres du champ d'expériences ; c'était une pièce d'acier parfaitement usinée, presque neuve et soigneusement éprouvée à l'avance. Les obus allemands ont, il est vrai, un pouvoir destructeur égal à celui de ces

(1) Le général Rosset avait créé un obus-torpille, qui pouvait être lancé par des pièces de 320 millimètres avec une vitesse initiale de 400 mètres ; il utilisait probablement des gélatines nitroglycérinées, mais on dut renoncer à ces produits qui explosent spontanément. Plus tard, M. Turpin proposa la panclastite pour le chargement des projectiles creux : ses éléments qui, séparément, étaient inoffensifs, n'étaient réunis qu'au moment où l'explosion devait se produire. Les Allemands paraissent avoir adopté ce mode d'emploi, l'un des éléments étant renfermé dans une ampoule de verre qui se brise au moment du choc. Mais ce n'est là qu'une hypothèse. Pour nous, il nous semble qu'on obtiendra la meilleure solution du problème en mélangeant du coton-poudre en pâte au collodion avec du chlorate de potasse, ou bien de la nitrobenzine avec du nitrate d'ammoniaque ou quelque produit semblable, qui serait facilement maniable tout en gardant une grande énergie disponible : la bellite est un composé de ce genre.

obus sur lesquels on comptait si bien en France pour faire face à notre redoutable voisin de l'est : une revue militaire prussienne a déclaré qu'un ouvrage permanent quelconque, battu durant dix à douze heures, ne serait plus qu'un monceau de décombres, et le major Scheibert (1) n'hésite pas à affirmer que Toul et Verdun, nos deux boulevards de défense, pourraient sans peine être pris d'assaut. Dans ces conditions, c'en est fait des théories de Vauban, de Cohorn et de Cormontaigne, et nous nous rallions à l'opinion de ce sceptique déclarant que désormais un large fossé restait la seule partie utile d'une forteresse, et une haute escarpe la seule protection efficace contre une surprise. Nos places fortes auraient donc la même valeur et elles seraient vouées au même sort que les castels et les donjons d'autrefois : on pouvait s'attendre à cette évolution de l'art militaire, elle a été produite par les agents explosifs découverts récemment.

IV

LES CORPS EXPLOSIFS DANS LES TRAVAUX DE LA PAIX.

« Adieu, courage et bravoure », telle est la conclusion qui semble ressortir fatalement des considérations précédentes. En effet, s'il faut toujours de l'héroïsme pour affronter une pluie de fer et de feu et rester ferme et inébranlable à un poste d'honneur, par contre l'initiative personnelle, la décision, l'élan et les brillantes qualités militaires qui décidaient autrefois du sort des batailles paraissent bien inutiles, alors que les rencontres à l'arme blanche et les charges furieuses ne sont plus que des souvenirs historiques : le dernier mot est aujourd'hui aux fusils à répétition, aux canons à longue portée et à tir

(1) Le major Scheibert est l'auteur d'un excellent traité de fortifications.

rapide et aux obus chargés de roburite et de mélinite. Il est bien loin de nous le temps des paladins et des preux chevaliers Bayard et Du Guesclin!

On pourrait se demander dès lors si les admirables découvertes de la science moderne ont été un bienfait pour l'humanité ; par bonheur, les agents explosifs ont eu d'autres résultats que de révolutionner l'art de la guerre, et on peut les employer mieux qu'à faire des hécatombes d'hommes et à détruire des forteresses.

Voyons les ingénieurs à l'œuvre : leur tâche est peut-être moins glorieuse que celle des hommes de guerre, mais elle est assurément plus féconde. Les agents explosifs ont décuplé les forces des travailleurs, et, pour le prouver, il suffit de montrer comment la main de l'homme est devenue puissante depuis qu'elle sait manier ces auxiliaires auxquels rien ne peut résister. Un des plus beaux travaux effectués dans ces dernières années, la destruction du récif de Hell-Gate à l'entrée du port de New-York, est un exemple frappant de ce qu'on peut réaliser par la dynamite : notre illustre confrère de la *Société scientifique de Bruxelles* qui dirigeait cette entreprise, le général Newton, a disloqué un banc de rocher de plus d'un hectare de superficie en l'attaquant par 22 600 kilos de corps explosifs de diverse nature, dynamite, rendrock et vulcan-powder (1). On travailla huit ans à préparer les galeries et les trous d'explosion ; puis, il suffit d'une seconde pour consommer l'émiettement du récif, dont il fallut draguer les débris pendant huit autres années. Chaque gramme de dynamite a soulevé et brisé 6 kilos de roche dure ; l'abatage de 50000 mètres cubes a coûté moins de dix millions, soit moins de 200 francs par mètre cube. Ces rapprochements nous dispensent de tout commentaire.

Les deux grands tunnels transalpins du mont Cenis et

(1) Le rendrock est formé de nitroglycérine et de nitrate de potasse ; le vulcan-powder est à base de nitrate de soude.

du Saint-Gothard sont un autre exemple de ce qu'on peut attendre des substances explosives : le premier a été percé à la poudre dans des schistes relativement tendres, le second à la dynamite dans des roches granitiques très dures. Au mont Cenis l'avancement était d'environ 65 mètres par quinzaine; au Saint-Gothard, on eût pu progresser beaucoup plus rapidement, attendu qu'il ne fallait que 4 trous de mine par mètre carré de front de taille au lieu de 10 ; l'économie qui en est résultée est considérable. En effet, le percement d'une galerie souterraine comprend trois opérations fondamentales : le forage des trous, le sautage et le relevage des débris. L'emploi des perforateurs mécaniques et des haveuses a singulièrement facilité la première opération, qui exige cependant encore quatre heures en moyenne quand on fait quatre trous par mètre carré et huit heures quand on fait 10 trous (1) : c'est par là que la dynamite l'emporte sur la poudre, car le reste du travail est identique.

Chaque trou de mine reçoit environ un kilo de dynamite, en dix cartouches de cent grammes, que l'on bourre avec des cylindres de terre glaise comprimée à l'aide d'un bourroir de bois. Une capsule fulminante, placée au cœur de la cartouche, est en communication avec une mèche Bickford qui sert à l'allumage : le foughiste y met le feu et s'éloigne rapidement. L'explosion a lieu, on compte les coups et, lorsqu'on s'est assuré qu'ils sont tous partis, on vient relever les déblais du rocher pulvérisé. On a dépensé de la sorte 1 500 000 kilos de dynamite pour percer les 15 kilomètres du grand tunnel qui relie la Suisse et l'Italie. Autrefois l'empereur Claude fit travailler 30 000 esclaves au petit tunnel de l'émissaire du lac Fuccino ; que de bras eût-il fallu pour faire le travail de la dynamite au Saint-Gothard ?

(1) On ne peut percer plus de cinq trous à la fois par mètre carré ; il faut donc deux opérations pour dix trous.

On manie aujourd'hui la dynamite avec une science profonde : il faut lire la communication que faisait l'an dernier à l'Académie des sciences notre grand perceur d'isthmes, et l'on verra avec quel art consommé les ingénieurs du canal de Panama ont fait sauter la butte de Gamboa. Dans le calcul de la charge, il fallait aussi bien éviter toute projection d'éclats que chercher à produire le broiement le plus avantageux pour le déblai : or, la poudre projette, la dynamite pulvérise ; il convenait donc d'employer une charge mixte. Deux paquets de dynamite furent adjoints à un paquet de poudre en grains, et la charge C se détermina par la formule $C = KGR^3$ dans laquelle K est une fonction qui dépend de la composition du mélange explosif, G la dureté de la roche et K le rayon de moindre résistance. Des formules mathématiques permettent donc de calculer les charges nécessaires pour disloquer une roche dont on connaît la dureté ainsi que ses divers accidents de stratification. Mais ce n'est pas tout de connaître les poids de poudre et de dynamite nécessaires pour abattre un cube déterminé, il faut encore savoir où placer le foyer de l'explosion, et pour cela il faut tenir compte de la ligne de moindre résistance : des règles empiriques, celle de Burgoyne par exemple, viendront encore guider l'ingénieur. Bref, c'est un art que de savoir tirer le meilleur parti des explosifs, c'est même un art difficile, mais cet art est éminemment utile, et nous devions en signaler les difficultés et l'importance.

La science pure a aussi utilisé les pressions explosives des composés nitrés, et M. Daubrée a pu suivre expérimentalement les transformations mystérieuses des minéraux, en reproduisant les pressions qu'ils ont subies dans l'intérieur du globe. Les tensions qui font monter la lave au sommet de l'Etna, à 3000 mètres au-dessus du niveau de la mer, peuvent être provoquées au gré du savant. Le géologue vérifiera de la sorte le bien fondé des hypothèses qu'il aura été amené à faire. M. Daubrée a eu cette

bonne fortune, car il a réussi à former du fer météorique.

Les applications de la dynamite se multiplient, et nous voyons ce même produit faisant face à tous les besoins. A l'entrée du port de Boulogne, on brise à la dynamite la carapace d'un navire incendié qui en obstruait l'entrée ; sur nos fleuves, on fait sauter les glaces qui forment une embâcle d'une masse colossale ; en Amérique, on coupe les arbres ; dans les abattoirs, on tue à la dynamite ; les amateurs pêchent à la dynamite, et enfin, le dirai-je, un insensé se suicide à la dynamite.

Quinze millions de kilogrammes de dynamite se fabriquent annuellement, et les célèbres usines de Christiania, de Krümmel (Hambourg), de Schlebuch (province rhénane), d'Isleten (Suisse), d'Avigliana (Piémont), de Galdacano (Bilbao), de Trafaria (Portugal), d'Ardeer (Écosse), de Paulille (Pyrénées-Orientales), de San-Francisco et de New-York, etc., ne suffisent pas à la demande et multiplient leurs succursales.

L'énergie disponible dans ces produits de l'industrie privée forme une somme qui étonne et terrifie : elle est de 6.10^{15} kilogrammètres ! Mais ce chiffre colossal ne dit rien à l'esprit ; en voici un autre qui sera plus éloquent, il est relatif à la poudre de guerre. Les canons de Woolwich, dont la charge atteint 430 kilos de poudre, transforment en travail 300 millions de calories; ils développent donc un travail de 128 milliards de kilogrammètres, c'est-à-dire de quoi faire marcher pendant un an une machine de cent chevaux (1). On ne sait pas ce que coûte à la civilisation un coup de canon : les ligues de la paix ne sauraient produire de meilleur argument pour faire prendre la

(1) Il y a cinquante ans, un canon du plus gros calibre coûtait 10 000 francs et son chargement ne revenait pas à 30 francs. Actuellement, on fait des canons d'un million, dont chaque coup occasionne à l'État une dépense de 5000 francs au moins. L'Angleterre vient de commander à nos usines françaises de Firminy 400 obus d'acier au prix de 500 000 francs.

guerre en horreur. Tout ce travail énorme est non seulement dépensé en pure perte, mais il est employé par l'homme à détruire ses semblables ; au lieu d'être utilisé à édifier, il ne sert qu'à amonceler des ruines ; au lieu d'enrichir le genre humain, il l'appauvrit et tarit ses ressources. Je sais bien que la guerre est nécessaire, inévitable, que c'est une loi du monde, qu'elle est divine en elle-même, dans ses moyens et dans ses résultats. Mais voici que le fléau de Dieu devient de plus en plus épouvantable, et l'on envisage avec stupeur l'avenir que nous réservent ces inventeurs infatigables qui proposent chaque jour à l'Europe sous les armes un nouvel engin de destruction plus meurtrier et plus redoutable. Que l'humanité serait donc plus riche et plus heureuse, si elle utilisait son génie et ses ressources à des objets utiles au bien général. Ces regrets seront traités d'utopie, et l'on sourira à l'idée que je vais exposer d'utiliser la poudre et la dynamite pour animer des machines motrices ; une machine à la poudre semble paradoxale !

Et pourtant, Huyghens avait réalisé un semblable moteur, il y a plus de deux siècles déjà. Son idée, longtemps abandonnée, a été reprise il y a soixante ans, et les ingénieurs ont su discipliner les mélanges tonnants les plus énergiques, pour faire marcher docilement des moteurs qui rendent déjà les plus grands services à l'industrie et se substitueront probablement un jour à la machine à vapeur, car ils seront plus économiques (1).

Mais ce résultat peut être dépassé : nos explosifs sont, en effet, de bien plus riches trésors de travail et des sources d'énergie bien plus puissantes. Un jeune physicien, obsédé par cette idée, avait cherché, il y a quelques années, à employer le fulmicoton à la production du

(1) J'étais appelé à essayer ces jours derniers un moteur alimenté au gaz à l'eau, produisant 25 chevaux avec une dépense de 750 grammes d'anthracite par cheval-heure. Le gazogène n'est pas loin de supplanter la chaudière à vapeur.

travail : il le mélangeait d'azotate d'ammoniaque, et il préparait de la sorte une substance qui fusait san s détoner et sans laisser de résidu, de manière à utiliser, au cœur même du cylindre moteur, toute la chaleur disponible. Il touchait au succès lorsque, malheureusement, un jour une explosion se produisit qui faillit lui coûter la vie ; ses travaux furent interrompus, mais ils seront repris un jour ; peut-être le silicate de potasse réussira-t-il mieux que le nitrate d'ammoniaque. Mais je ne doute pas qu'on ne trouve le moyen de discipliner les composés nitrés. L'homme a asservi la foudre, que Dieu semblait s'être réservée ; il domptera bien ces produits qui sont l'œuvre de ses mains, et ces éléments de mort et de destruction deviendront des sources de richesse et de bien-être. Il nous plaît de terminer par ces considérations réconfortantes une étude dans laquelle nous avons trop parlé des ravages exercés par la poudre, la nitroglycérine, la roburite et la mélinite.

Aimé Witz.

LES CHÉLONIENS

« Des êtres qui transportent avec eux une sorte de maison, où ils se renferment et vivent en sécurité, devaient exciter l'intérêt des hommes les moins attentifs aux merveilles de la nature ; aussi voyons-nous qu'on connut les tortues de tous les temps (1). »

Néanmoins l'étude de cet ordre de reptiles est loin d'être aussi avancée que celle d'autres groupes zoologiques : la classification des chéloniens, leur ostéologie, la physiologie de la nutrition et de la respiration sont autant de champs encore incomplètement explorés aujourd'hui. Les faits acquis ne sont pas encore consignés dans les ouvrages de zoologie générale, qui, à l'envi, notamment pour la respiration et l'ostéologie, reproduisent les erreurs des premiers anatomistes.

Beaucoup de naturalistes modernes se portent exclusivement vers le monde des infiniment petits, et il en est

(1) Geoffroy Saint-Hilaire, *Mémoire sur les tortues molles* (Annales du Muséum d'histoire naturelle, XIV, 1809, p. 1).

qui professent un certain dédain pour l'anatomie descriptive et pour l'étude des êtres supérieurs. Cet abandon est préjudiciable à la science : « L'anatomie comparée est la seule base solide sur laquelle puisse être fondé l'édifice de la science zoologique (1). »

Un écrivain moderne critique à bon droit cet exclusivisme. M. Houba (2) raille spirituellement « le jeune homme qui ferait dix lieues pour rencontrer une plante invisible à l'œil nu, perceptible seulement à la loupe ou au miscroscope, et qui ne saurait dire sous quel arbre il s'est abrité quand l'orage est venu le surprendre au moment de ses recherches. »

Aucun ordre d'animaux n'est aussi naturel, ni aussi nettement délimité à l'époque actuelle que celui des chéloniens. Dans l'histoire de la zoologie, on ne cite qu'un naturaliste qui ait classé à tort un animal d'un autre ordre dans celui des tortues (3).

Cependant, aux périodes reculées de l'histoire de notre globe, cet ordre n'était pas si nettement distinct des autres reptiles. Le Nestor des naturalistes belges, M. Van Beneden, assure « qu'il n'est pas impossible que plus d'une tortue de l'époque secondaire figure dans les musées sous un nom crocodilien. C'est à cette époque, ajoute-t-il, que l'on voit prédominer ces formes, dites collectives, qui réunissent d'abord à plusieurs certaines particularités et qui semblent plus tard se séparer complètement les unes des autres (4). »

Si l'on définissait ces animaux « des reptiles dont le tronc est protégé dorsalement par une carapace et ventra-

(1) Duméril et Bibron, *Erpétologie*, t. I, p. XXII.

(2) J. Houba, *Les chênes de l'Amérique septentrionale*, etc. Hasselt, 1887, p. 25.

(3) Ce fut J. Bontius. Cfr. Strauch, *Chelonologische Studien*, Saint-Pétersbourg 1862, p. 5.

(4) Van Beneden, *Note sur les ossements de Sphargis*, etc. BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, 3e série, t. VI, p. 677, 1883.

lement par un plastron », on délimiterait vaguement les représentants actuels de cet ordre ; mais la paléontologie opposerait à cette définition un vrai chélonien des schistes lithographiques de Kelheim, *Aplax Obendorferi* (1), Von Mey., presque complètement dépourvu de carapace.

Les chéloniens se distinguent des autres reptiles par un ensemble de caractères bien tranchés, sans compter la boîte osseuse qui les enveloppe. Contrairement aux autres animaux de cette classe, ils ont un corps court et ramassé, des mâchoires édentées entourées d'une gaine cornée et tranchante, un tronc complètement immobile, seuls le cou et la queue sont doués d'une grande flexibilité. Leur crâne est remarquable par la soudure et l'aplatissement de ses os ; dans plusieurs, il présente une double voûte osseuse, dont la supérieure, produite par l'épanouissement du pariétal, protège les muscles temporaux. Dans un très grand nombre de tortues, les os nasaux font défaut ou, plutôt, les cartilages précurseurs des os nasaux n'ossifient plus et sont refoulés par les préfrontaux et résorbés. On dit communément qu'il y a coossification des os nasaux avec les préfrontaux ; nous croyons que c'est une erreur : plusieurs chéloniens, tant vivants que fossiles *(Pachyrhynchus* (2), Dollo, *Chelodina, Chelymys, Platemys* (3), *Hydromedusa* (4),) ont des os nasaux séparés, normalement développés. Le *Sphargis,* à l'état adulte, ne présente plus de trace de ces os ; mais Paul Gervais (5) remarque que, dans un jeune individu, « les frontaux antérieurs sont séparés en avant par un petit cartilage représentant les cartilages du nez ».

(1) Giebel, *Fauna de Vorwelt,* t. I, p. 75.

(2) L. Dollo, *Note sur les chéloniens landéniens,* Bulletin du Musée royal, t. IV, 1886, p. 132.

(3) Rutimeyer, *Ueber den Bau von Schale und Schädel bei lebenden und fossilen Schildkröter,* p. 62.

(4) G. C. H. Peters, *Descriptio osteologica Hydromedusæ Maximiliani,* Berolini 1838, p. 13.

(5) P. Gervais, *Ostéologie du Sphargis Luth,* Nouvelles Archives du Muséum, t. VIII, p. 220 et pl. 8, fig. 1b.

La symphyse mandibulaire (1) est généralement courte, et plus ou moins concave transversalement et longitudinalement; rarement elle est longue, mais jamais l'élément splénial ne concourt à sa formation: la mandibule à longue symphyse ne semble se rencontrer que dans les tortues conchifrages.

Le cou présente des caractères particuliers; il peut enfermer à la fois des vertèbres procœles, opisthocœles, amphicœles, biconvexes et biplanes, des têtes articulaires simples et souples. Il est d'une grande mobilité, ce qui permet à un grand nombre de ces animaux de retirer la tête sous la carapace ou de la replier, sur le côté, sous le bord proéminent de leur test osseux.

Aucune vertèbre cervicale ne porte de côtes; néanmoins le professeur Seeley (2) attribue, dubitativement il est vrai, à la région cervicale du fossile *Psephophorus polygonus,* une vertèbre ayant donné attache à une côte. Si cette observation intéressante est confirmée, elle constitue un argument nouveau pour établir la parenté prochaine des anciens chéloniens avec les crocodiles.

Les vertèbres dorsales sont biplanes, et leur corps n'est pas soudé aux neurapophyses, dont chacune s'appuie sur deux corps vertébraux voisins. En dehors de quelques cas très rares (3), elles sont dépourvues d'apophyses transverses. Presque partout, les côtes s'articulent entre deux corps de vertèbres, avec ces derniers et avec une neurapophyse.

Le sacrum est composé de deux vertèbres. Les nombreuses vertèbres de la région caudale, pourvues pres-

(1) Dollo, *op. cit.*, pp. 137 et 139.

(2) Prof. H. G. Seeley, *On Psephophorus polygonus,* Quarterly Journal of the geological Society, August. 1880, pp. 411 et 413.

(3) Nous ne connaissons que *Psephophorus polygonus* (Seeley, *op. cit.*, p. 411) et *Chersina angulata* (Smets, *Notes sur trois Testudinides,* etc., t. X des Annales de la Société scientifique), qui possèdent des apophyses transverses sur quelques vertèbres dorsales.

que toutes d'apophyses transverses, sont très mobiles les unes sur les autres. Généralement la queue, comme les membres, peut s'abriter sous la carapace.

La disposition de la ceinture thoracique et abdominale, en dedans de la carapace et sous les côtes, faisait dire à Cuvier que les chéloniens étaient des animaux retournés. Cette anomalie n'est que secondaire : l'étude de leur développement montre que, dans l'embryon, ces os présentent, avec tous les autres organes, les rapports constants dans tous les vertébrés ; ce n'est que plus tard que la carapace s'étend et recouvre les membres.

La ceinture thoracique se compose d'une omoplate (stylet ascendant) et d'un précoracoïde (1), formant un seul os, et d'un coracoïde qui reste généralement distinct. Il n'existe ni clavicule, ni interclavicule, à moins que les deux pièces antérieures du plastron et la pièce impaire, entoplastron, ne les représente (2). Le bassin contient les os usuels ; dans un groupe important, les *Pleurodères* ou les *Chélydes*, il s'unit au plastron par suture ou synostose ; ailleurs, il est libre.

Les membres, constamment au nombre de deux paires, présentent des divergences notables, suivant le genre de vie. Adaptés à la marche dans les tortues terrestres, ils sont massifs et plus ou moins cylindriques, offrant des doigts immobiles et soudés jusqu'aux ongles. On a comparé leurs extrémités aux pieds de l'éléphant pour rappeler leur forme massive et le caractère d'avoir les doigts distincts par les ongles seulement. Le nombre de ces derniers varie de 5 à 4 ; ce sont, selon l'expression de Duméril et Bibron (3), des crocs ou des grappins avec

(1) Gegenbauer, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere* (Schultergurtel der Wirbelthiere) 1865, p. 35 et suivantes.

(2) Dollo, *Première note sur les chéloniens du Bruxellien* (Bulletin du Musée, t. IV, 1886, pp. 84 et suivantes).

(3) Duméril et Bibron, *Erpétologie*, t. II, p. 11.

lesquels la tortue fait en sorte de s'accrocher sur les corps fixes et consistants pour y trouver un point d'appui sur lequel se transportent alors tous les efforts musculaires. Ces animaux sont réellement digitigrades.

Quand ils ont des habitudes amphibiotiques, comme les tortues paludines, les membres s'aplatissent, les doigts devenus libres s'allongent, et une membrane interdigitale se développe : ils sont plantigrades ou semi-plantigrades (1).

Dans les chéloniens exclusivement fluviatiles, les membres sont plus aplatis, pentadactyles, trois doigts seuls portent des ongles : l'allongement des doigts et le développement de la membrane interdigitale ont justifié le nom de *pattes en palettes* donné aux extrémités des membres du *Trionychida*.

Les tortues marines sont pinnigrades : les doigts s'allongent, se recouvrent, comme dans les cétacés, d'un tégument commun, et le membre présente la forme d'une rame, sans doigts extérieurement distincts.

Ainsi, dans les mammifères comme dans les chéloniens d'eau douce, les membres s'adaptent à l'habitat, par l'allongement des doigts et la formation de membranes interdigitales ; tandis que, dans les représentants pélagiques de ces groupes, les doigts, considérablement allongés, se recouvrent d'une membrane commune, transformant le membre en nageoire. Dans les mammifères pélagiques, les membres postérieurs ont complètement disparu, tandis que, chez les tortues thalassites, ils n'ont subi qu'une forte réduction ; ce qui s'explique par l'absence, dans les dernières, de la nageoire caudale si puissante dans les premiers.

Les chéloniens, qui vivent aujourd'hui dans le même milieu, présentent aussi des caractères anatomiques et

(1) Strauch, *Die Vertheilung der Schildkröten über den Erdball*, Saint-Pétersbourg, 1865, p. 153.

ostéologiques communs, et réciproquement. Ainsi, étant donné un animal à doigts palmés, on est certain qu'on a affaire à une tortue d'eau douce. Mais « un des faits les plus remarquables de la distribution géographique des chéloniens (fossiles), dit Pictet, est le mélange qui existe souvent entre les tortues de mer et celles d'eau douce; tandis que, de nos jours, les chélonées sont exclusivement marines, et que les émydes et les trionyx n'habitent que les fleuves, les lacs et les marais d'eau douce (1). »

Plusieurs hypothèses ont été suggérées pour expliquer ces curieuses associations. Il nous semble qu'il faut admettre que « les tortues du monde ancien avaient une habitation moins stricte que celles du monde actuel et que les émydes pouvaient vivre dans la mer (2). »

Le sternum fait défaut dans tous les représentants de cet ordre, du moins à l'époque actuelle; la plupart des anatomistes sont unanimes à déclarer que toute assimilation du plastron avec un appareil sternal doit être rejetée. M. Wiedersheim (3) croit que les anciens chéloniens ont possédé un sternum; mais le plastron, qui le remplace, non pas morphologiquement mais jusqu'à un certain point fonctionnellement, fait très tôt son apparition dans le développement embryonnaire, attestant par là sa grande ancienneté. Aussi, il nous semble également probable que les chéloniens s'enchaînent, à leur origine, avec d'autres reptiles, non chéloniens, déjà dépourvus de sternum. On pourrait faire la même observation pour les dents : que des espèces encore inconnues de chéloniens aient été dentées, il n'y a rien d'impossible, attendu que dans les *Trionyx* on a rencontré des dents embryonnaires

(1) Pictet, *Traité de paléontologie*, t. I, p. 439, 1853.
(2) Pictet, *ibid.*, p. 440.
(3) Wiedersheim, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1e partie, 1882, p. 42.

comme dans les oiseaux, et que les problématiques *Macelognatha* (1), de Marsh, qui sont dentés, pourraient être chéloniens. Mais déduire de là l'existence certaine de ces formes dentées, cela ne nous paraît guère possible.

L'épiderme des tortues se présente sous trois formes différentes : dans les unes (tortues terrestres, paludines et marines, sauf le Sphargis), la carapace et le plastron sont recouverts de plaques cornées, portant dans le commerce le nom d'*écailles*. M. Seeley a proposé de les réunir toutes dans une division unique, pour laquelle il a proposé le nom de *Aspidochelyidæ* (2). Ces productions ectodermiques doivent être distinguées des parties constitutives de l'exosquelette osseux, d'origine mésodermique ; bien que l'arrangement des unes et des autres soit fait d'après un même type, elles ne se correspondent ni en nombre, ni en forme, ni en grandeur. La carapace présente une série médiane, plaques vertébrales, deux séries latérales, plaques dorsales, enfin deux rangées, droite et gauche, bordant le limbe et s'infléchissant sur le plastron. Ce dernier porte 4, 5 ou 6 paires de plaques paires et souvent une antérieure impaire (plaque *gulaire : Chersina)*.

L'industrie fait un grand usage de ces plaques ; celles des tortues terrestres et d'eau douce sont trop minces et de mauvaise qualité. Elles n'étaient guère utilisées ; mais aujourd'hui, l'industrie sait tout employer et tout falsifier, et l'on parvient à donner à ces écailles une teinte agréable, mais passagère. On utilise surtout les écailles de deux tortues marines, la *tortue franche* et le *caret*. Ce sont les plaques neurales et costales qui ont le plus de valeur ; les marginales et les plastrales constituent un produit accessoire, et se vendent avec les onglons ou ergot

(1) Marsh, *A New Order of extinct Jurassic Reptiles* (Americ. Journ. Sc.) 1884, p. 341.

(2) Seeley, *On Psephophorus polygonus*, etc., p. 412.

des membres. L'écaille de la tortue franche *(Chelone Mydas)* est transparente et plus agréablement nuancée que celle du *caret* et paraît d'un vert noir avec quelques taches jaunâtres. Son peu d'épaisseur ne permet de l'employer que pour le placage et le marquetage.

Les écailles du caret *(Chelone imbricata)* imbriquées les unes sur les autres, ont de 2 à 9 millimètres d'épaisseur, mais le bord postérieur en est tranchant ; elles sont noires avec des taches irrégulières et transparentes d'un jaune doré et jaspées de rouge et de blanc.

Dans les chéloniens fluviatiles (Trionychida) la carapace et le plastron sont recouverts d'une peau molle et souple ; ce sont les *Peltochelyidæ* de Seeley.

Enfin la troisième division, comprenant le seul genre *Sphargis,* dans la nature actuelle, est caractérisée par une peau coriace, semblable à du cuir, recouvrant une singulière carapace ; ce seraient les *Dermatochelyidæ.*

L'exosquelette, proprement dit, osseux, formé dans la somatopleure, et constituant la carapace et le plastron, est construit sur deux types différents. Dans les *Thecophora* (1), comprenant toutes les tortues sauf le *Sphargis* et ses congénères fossiles, la carapace est constituée par cinq séries de pièces unies par des sutures : une série médiane, série neurale ou vertébrale, dont les éléments se soudent aux neurapophyses des vertèbres dorsales ; deux séries bordent cette première, à droite et à gauche, ce sont les pièces costales, se coossifiant avec les côtes et considérées jadis comme produites par l'épatement de ces dernières ; le bord de la carapace est formé par deux séries d'écailles marginales, restant parfois cartilagineuses (quelques *Trionychida)* ; elles ont été considérées à tort comme des cartilages costaux ossifiés ou des épiphyses des vraies côtes. Les pièces costales peuvent être

(1) L. Dollo, *Note sur les chéloniens du Bruxellien,* op. cit., p. 79.

complètes et se réunir avec les pièces marginales; ailleurs elles sont incomplètes dans la partie inférieure, et la côte se prolonge libre jusqu'à la série marginale.

Le plastron est formé typiquement de 9, plus rarement de 11 pièces, dont une médiane impaire et 4 ou 5 latérales paires. Ces éléments peuvent se réunir pour former une plaque osseuse continue ou laisser entre elles des fontanelles plus ou moins grandes.

Dans le *Sphargis* et ses congénères, pour lesquels Cope (1) a proposé le nom d'*Athecæ,* l'exosquelette est formé d'une multitude de pièces osseuses polygonales, formant une mosaïque, unies par des sutures dentelées ; il ne s'appuie pas sur l'endosquelette ; les côtes sont libres et mobiles (2). Indépendamment de ces pièces, il existe « une grande plaque osseuse en forme de disque rayonné, pourvue d'une facette s'articulant avec la dernière vertèbre cervicale ; cette plaque est considérée comme représentant la carapace véritable (3).

La forme extérieure de la carapace est très variable ; elle est fortement bombée dans les tortues terrestres ; elle se déprime déjà dans les tortues paludines, encore davantage dans les *Trionyx,* enfin elle est aplatie et cordiforme dans les tortues de mer, qui ne peuvent plus y abriter la tête ; la dernière forme facilite évidemment la progression au sein des flots.

Avec la carapace des tortues, on a fait des boucliers, des vases, des berceaux, des tabatières. Mercure aurait construit la première lyre avec une carapace de tortue (Testudo græca); de là dériverait le nom de *testudo,* donné par les Romains à ces instruments de musique.

Des parties du plastron et de la carapace peuvent être

(1) Cope, *Americ. Associat. for advancement of Science,* t. XIX, p. 235, 1871.

(2) Depuis quelque temps, le musée de Bruxelles possède un individu de cette espèce si rare.

(3) Van Beneden, *Note sur les ossements de Sphargis,* etc., op. cit., p. 676.

mobiles dans quelques genres, afin de déterminer l'occlusion complète de la boîte osseuse. Dans les *Kinyxis,* la partie postérieure de la carapace est mobile, et celle du plastron dans les *Pyxis.* Les deux moitiés du plastron sont mobiles dans le genre *Terrapene; Sternothærus* est caractérisé par la particularité que la partie antérieure et postérieure du plastron se meuvent sur la partie centrale, au moyen de ligaments.

Le tube digestif est plus ou moins allongé suivant que le régime est herbivore ou carnassier. Toutes les tortues terrestres sont herbivores; on trouve parfois dans leur estomac des vers, des mollusques ou des insectes; néanmoins c'est à tort que l'on place quelquefois la *tortue mauritanique* dans les jardins, espérant lui voir détruire les mollusques et les insectes (1).

La nourriture des tortues d'eau douce se compose de vers, mollusques, grenouilles, poissons, etc. Cependant le contenu de leur estomac indique que, au besoin, elles peuvent satisfaire leur appétit par une nourriture végétale.

Les tortues marines paissent les plantes marines, fucus, varechs, etc., au fond des mers chaudes. A diverses reprises, on a aussi cité des cas d'alimentation exclusivement animale. Ainsi une tortue franche *(Chelone Mydas)* échouée près d'Ostende avait dans son estomac un grand nombre d'opercules de *Buccinum undatum* et un certaine quantité de pattes de *Pagurus bernhardus* (2).

Récemment encore, MM. Pouchet (3) et de Guerne ont montré que *Thalassochelys caretta,* loin de tout rivage, en dehors de la région des algues flottantes et sur des points

(1) Brocchi, *Traité de zoologie agricole,* Paris 1886, p. 222.

(2) Van Beneden, *La tortue franche dans la mer du Nord.* BULLETIN DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2e série, t. VI, 1859, p. 71.

(3) Pouchet et de Guerne, *Sur l'alimentation des tortues marines* (Séance du 12 avril 1886 de l'Académie des sciences de Paris).

où la mer a une profondeur considérable, vit aux dépens de la faune pélagique. « Cette nourriture animale des tortues marines, ajoutent-ils, explique la variété des vers intestinaux signalés chez elles, mieux peut-être que ne le pourrait faire le régime végétal qu'elles suivent, dit-on, quand elles se rapprochent des côtes pour pondre. »

Cette indifférence pour le régime végétal ou animal se comprend aisément, parce que les sensations du goût sont très faibles, les moyens de locomotion généralement bornés et la gloutonnerie excessive. La digestion se fait avec une grande lenteur ; aussi n'est-il pas étonnant que ces animaux sachent supporter un jeûne prolongé. Récemment, en ouvrant l'estomac d'une tortue terrestre *(Chersina angulata),* qui n'avait plus pris de nourriture depuis six semaines, au moins, et qui était morte durant l'hiver, nous ne fumes pas peu surpris de rencontrer encore dans l'estomac une grande quantité d'herbe non digérée, broutée par l'animal avant de tomber dans l'état de léthargie. Les feuilles étaient encore assez fraîches pour déterminer l'espèce de plante dont elles provenaient : la décomposition putride est empêchée, sans doute, par le peu d'élévation de la température animale aussi bien que par l'acidité du suc gastrique.

Le mécanisme de la respiration a été longtemps inconnu ; un travail magistral de deux savants américains, MM. S. Weir Mitchell et George R. Morehouse (1), a jeté une lumière nouvelle et inattendue sur cette intéressante question.

L'immobilité des côtes et du plastron, l'absence du sternum et de diaphragme montraient que l'acte de la respiration ne pouvait s'effectuer de la même manière que

(1) S. Weir Mitchell and George R. Morehouse, *Researches upon the anatomy and physiology of respiration* (SMITHSONIAN CONTRIBUTIONS TO KNOWLEDGE, April 1863).

dans les vertébrés élevés. Aussi plusieurs hypothèses avaient été émises pour l'expliquer. « M. Tauvry (1) s'est avisé d'en rapporter la cause au mouvement de marche; quand la tortue est en repos, sa tête et ses pieds sont retirés sous l'écaille supérieure, et la peau qui l'enveloppe entièrement est plissée, mais quand l'animal marche, il pousse au dehors sa tête et ses pieds ; sa peau s'étend, puisqu'elle est tirée par ces parties, et par conséquent elle forme intérieurement un plus grand espace, et c'est dans cet espace vide que l'air extérieur est obligé d'entrer. »

« Je parvins à me démontrer, dit Varnier (2), que le poumon de la tortue était entouré d'un réseau musculaire, que par ce moyen il était parfaitement irritable, qu'il avait une action propre, indépendante des autres agents de la respiration et qu'il pouvait inspirer par lui-même. »

Longtemps a prévalu l'opinion de Cuvier, qui comparait la respiration des tortues à celle des grenouilles : « Le même mécanisme, dit-il, est mis en jeu dans les chéloniens. La déglutition de l'air est le seul moyen dont ils puissent se servir pour faire entrer ce fluide dans leurs poumons. Ils dilatent et contractent leur gorge alternativement, ayant la bouche fermée, absolument comme les batraciens et par les mêmes puissances. Il est expulsé par deux paires de muscles analogues à ceux du bas-ventre des animaux précédents (3). »

Des dissections habiles et de nombreuses expériences ont permis aux savants américains de constater que le mécanisme est plus parfait. L'inspiration est déterminée par la contraction de muscles spéciaux ayant la même fonction que le diaphragme des vertébrés élevés. L'expiration est effectuée par l'action de muscles respiratoires, comprimant les poumons et diminuant la capacité de ces

(1) Mitchell et Morehouse, p. 3.
(2) Mitchell, etc., p. 3.
(3) Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, 1840, VII, 216.

derniers. La glotte se ferme, en partie automatiquement, et ne s'ouvre que durant les deux phases de la respiration. Nous donnons en note la synthèse du travail des savants américains (1).

Ainsi les physiologistes ont versé dans une grave erreur en comparant la respiration des tortues à celle des batraciens; elle se rapproche plutôt du même acte des vertébrés supérieurs, ce qui concorde avec la place que tous les zoologistes attribuent aux chéloniens, à la tête des reptiles.

C'est une nécessité pour beaucoup de tortues, qui passent un temps notable sous l'eau, de pouvoir fermer hermétiquement la glotte.

Quand les physiologistes américains divisaient la trachée ou paralysaient les muscles de la glotte d'un de ces animaux, les poumons perdaient la faculté de retenir l'air pour un certain temps. Mais, après un jour ou deux, un curieux changement se produisait, la tortue respirait régulièrement, au lieu de laisser échapper l'air par la trachée ouverte, l'animal maintenait les muscles inspiratoires contractés et parvenait de la sorte à retenir l'air dans les poumons pour l'hématose.

Les chéloniens ne se départissent pas de leur lenteur ordinaire, quand il s'agit d'accomplir les actes qui servent à perpétuer l'espèce. Le rapprochement dure parfois plusieurs jours, des semaines même pour quelques espèces, au dire de quelques naturalistes. « Il est vrai, dit le Dr Sauvé, il est vrai que les tortues sont peu prestes dans leurs mouvements, mais dans ces circonstances

(1) Mitchell et Morehouse, *op. cit.*, pp. 38 et 39.

1° In Chelonians the superior laryngeal nerve is distributed both to the opening and closing muscles of the glottis.

2° The inferior laryngeal nerve is distributed solely to the opening muscle of the glottis.

3° A true chiasm exists between the two superior laryngeal nerves.

4° The expiratory muscle lies within the breast-box, and consists of ante-

n'abusent-elles pas du privilège de leur proverbiale lenteur (1)? »

Les chéloniens sont ovipares; ils déposent leurs œufs dans des trous creusés en terre, où la chaleur du soleil doit faire éclore l'embryon. Quand l'époque de la ponte est arrivée pour les tortues marines, elles se dirigent en grand nombre vers des îles sablonneuses, y atterrissent, sortent de l'eau au coucher du soleil et se rendent avec de grands efforts jusqu'au niveau des plus hautes eaux. Là, elles creusent des trous dans le sable, y déposent leurs œufs, toujours très nombreux (environ 100 dans le Sphargis). Après avoir recouvert la nichée avec du sable, l'animal regagne la mer. C'est durant ces voyages qu'on les surprend. Quand on les rencontre sur des plages de sable, dit le Dr Sauvé, on les retourne au moyen de leviers et il leur est alors impossible de reprendre leur attitude naturelle. Après leur éclosion, les petites tortues se dirigent à la hâte vers la mer; déjà durant ce court trajet, de grands dangers les menacent: des oiseaux de proie guettent leur éclosion.

La durée de l'incubation est généralement très longue: la cistude européenne *(Cistudo europæa = Emys lutaria)*, dit le professeur Miram (2), qui a eu l'occasion de l'obser-

rior and posterior bellies connected by a strong tendon continuous across the middle line, and common to both sides of the animal.

5° The inspiratory muscles occupy the flank spaces on either side.

6° Inspiration is effected by the contraction of the flank muscles, which in appearance strongly resemble the diaphragms of superior animals.

7° Expiration is effected by the consentaneous action of the four muscular bellies above described, which thus compress the viscera against the lungs. The act of respiration consist of an expiration and an inspiration, during which the glottis remains open.

8° The opening of the glottis is effected through the agency of the superior and inferior laryngeal nerves, both of which are distributed to the dilating muscle of the glottis. The superior laryngeal nerve presides over the closure of the glottis, being in part distributed to its sphincter muscle. The elastic contractility of the glottic cartilages aids in closing this orifice.

(1) Dr Sauvé, *Observations sur une tortue de mer*, Sphargis Luth, p. 121.

(2) Prof. Miram, *Beiträge zur Naturgeschichte der Sumpfschildkröten*, p. 482, 1887.

ver dans les marais de Kiew, pond à la fin de mai ou au commencement de juin, et c'est seulement au mois d'avril de l'année suivante que les jeunes éclosent. Ce développement embryonnaire est en harmonie avec la lenteur de la croissance de ces animaux et leur longévité. Même quand les œufs pondus sont nombreux et soigneusement cachés par la mère, les dangers qu'ils courent durant la longue période d'incubation empêchent la multiplication et l'extension de l'espèce.

Presque toutes les espèces de cet ordre appartiennent aux contrées chaudes ; leur existence, en grand nombre, dans les terrains du nord de l'Europe, a permis aux premiers géologues de démontrer l'abaissement du climat de nos contrées. Entre les tropiques, elles se retirent dans une retraite, sous le feuillage, durant la saison sèche et brûlante, sans prendre de nourriture. Les tortues, qui vivent dans les régions tempérées, s'enfouissent avant l'hiver dans un trou creusé en terre et s'endorment d'un profond sommeil hibernal, interrompu par quelques réveils. Les tortues des contrées tropicales, introduites sous notre climat, tombent dans une profonde léthargie à l'approche de l'hiver, durant lequel elles succombent généralement.

« Les tortues, dit Claus (1), sont des animaux lourds et paresseux, chez lesquels les fonctions végétatives sont très développées et l'activité physique, au contraire, très limitée. » On ne leur connaît aucune de ces industries qui nous font admirer d'autres animaux. On a vu quelquefois des tortues captives devenir familières et prendre une personne particulière en affection. Il nous a été donné d'observer un cas assez remarquable : Une *Chersina angulata,* dès qu'on la touchait, même dès qu'on l'approchait, se retirait dans sa « coquille », et elle exprimait sa mauvaise humeur par un sourd grincement. Mais elle se

(1) Claus, *Zoologie générale,* Paris 1885, p. 1348.

laissait caresser, tirailler, placer sur le dos, tirer les pattes, par une enfant qui avait l'habitude de lui couper de l'herbe et de lui apporter des feuilles de salade; elle ne montrait alors ni mécontentement, ni mauvaise humeur; elle reconnaissait l'enfant de loin et allait à sa rencontre, tandis qu'elle fuyait toutes les autres personnes. Les tortues terrestres captives mangent de toutes les herbes, tout en montrant une prédilection marquée pour la laitue ; elles saisissent les feuilles dans leur bec corné et soulèvent brusquement la tête pour les couper, ou elles appuient un pied sur une feuille plus consistante qu'elles veulent déchirer.

Beaucoup de ces êtres sont sauvages et colères et, quand on les approche, ils mordent avec acharnement et fureur. On tire parfois profit de la gloutonnerie des tortues d'eau douce pour les prendre à l'hameçon. En général leur chair est peu estimée, elle exhale une odeur si désagréable que partout on les rejette. On a utilisé, en pharmacie, la petite cistude européenne, pour la fabrication des sirops et bouillons pectoraux de tortue. Malgré son aspect repoussant, on estime en Amérique la *Chelydra metamata*, pour sa chair savoureuse. La chélonée franche est la seule dont on fasse une grande consommation; elle est l'objet d'un commerce considérable et d'une pêche active. Suivant Commerson et Salt, les habitants de la côte de Mozambique emploient le Naucrate (= Remora) pour la pêche de cette espèce. On serait tenté de reléguer parmi les contes ce procédé de pêche, s'il n'était attesté par des auteurs sérieux (1). « On attache à la queue du poisson vivant un anneau d'un diamètre assez large pour ne point l'incommoder, mais assez étroit pour être retenu par la nageoire caudale. Une corde très longue est fixée à cet anneau. L'échineis, ainsi préparé, est conservé dans un vase

(1) Cfr. Van Beneden, *Commensaux et parasites*, p. 24, 1878.

plein d'eau salée, qu'on renouvelle très souvent ; les pêcheurs mettent le vase dans leur barque et se dirigent vers les parages fréquentés par les tortues marines, qui ont l'habitude de dormir à la surface des flots, mais que le moindre bruit réveille et fait échapper à l'avidité de l'homme. Quand on en aperçoit une de loin, on jette le naucrate à la mer, en lâchant une longueur égale à la distance où se trouve la tortue. Le poisson cherche à fuir de tous côtés, et parcourt tout le cercle dont cette corde est pour ainsi dire le rayon. Enfin rencontrant un point d'appui sous le plastron de l'animal endormi, il s'y attache et donne ainsi aux pêcheurs le moyen d'amener à eux la tortue en retirant la corde. » Cette pêche est donc, selon l'expression de M. Van Beneden, le pendant de la chasse au faucon.

La force musculaire des chéloniens est assez grande : quand une *Émyde* a saisi le bâton avec lequel on la harcelait au fond de l'eau, on ne peut presque lui faire lâcher prise. Nous avons cité ailleurs le fait d'une *Testudo sulcata,* de 45 centimètres de long, qui a été en vie à Hasselt, traînant à travers un jardin une petite voiture, dans laquelle un enfant prenait place.

Rien n'est plus remarquable que la résistance vitale de ces animaux. Cuvier a vu des tortues se mouvoir plusieurs heures après la décapitation ou après l'extraction d'organes intérieurs essentiels. Les savants américains qui ont fait connaître la respiration de ces reptiles ont été favorisés dans leurs recherches par cette circonstance que les animaux à l'épreuve restaient longtemps en vie et ne semblaient guère souffrir quand on avait enlevé le plastron, ouvert le corps et mis à nu les organes internes; ces naturalistes ont pu ainsi saisir, sur l'animal vivant, toutes les circonstances de l'acte respiratoire.

Les chéloniens se rapprochent, par les organes internes, des oiseaux et des crocodiles : aussi les zoologistes sont-

ils unanimes à les placer en tête de la classe des reptiles. M. Van Beneden croit que les *Sphargis* (1) se placent entre les crocodiles et les *Trionyx,* et que celles-ci conduisent aux tortues marines, puis aux tortues terrestres; que, par conséquent, ces animaux s'enchaînent aux autres reptiles en passant par les crocodiliens. Le savant professeur parle évidemment des *Sphargis* fossiles; car l'espèce de la nature actuelle est trop spécialisée pour pouvoir entrer dans cette série.

Les précurseurs de nos tortues ne sont pas des animaux déjà pourvus de plaques cornées, mais il faut les rechercher parmi ceux dont le corps est encore couvert d'une peau continue.

En effet, si l'on suit les transformations des faunes à travers les âges géologiques, on constate presque toujours que, dans l'évolution d'un groupe naturel d'êtres, ses représentants ne retournent plus à une conformation modifiée durant les époques antérieures. Ainsi, comme on l'a dit, le canon des ruminants ne se résoudra plus en ses éléments, et cet os ne retournera plus à l'état que nous montre l'Anoplotherium. Utilisant ce même argument, nous dirons que l'on ne peut supposer qu'une fois les plaques cornées acquises, elles se perdent de nouveau pour donner naissance à la disposition qu'on constate dans les *Trionyx* et le *Sphargis :* c'est donc à juste titre que M. Van Beneden dit que ces deux groupes renferment, tous deux, des formes *archaïques.*

L'histoire paléontologique de cet ordre est encore incomplète et renferme des lacunes considérables. « C'est avec la période oolithique, que se manifestent les premiers chéloniens » (2); les divers groupes font à peu près simultanément leur apparition tant en Amérique qu'en Europe. Leur existence, antérieurement au jurassique, est néan-

(1) Van Beneden, *Note sur les ossements de Sphargis*, etc., op. cit., p. 677.
(2) Lapparent, *Traité de Géologie,* Paris 1883, p. 842.

moins très probable (1). On a cru trouver des impressions de pieds de tortues sur les vieux grès rouges (terrain dévonien), dans le Morayshire. « Ces traces, dit Pictet, sont évidemment dues à un animal à quatre pieds ; leur forme arrondie, sans doigts bien marqués, leur absence même de caractères précis, peuvent les faire attribuer à des tortues de terre ; mais je ne saurais voir là qu'une présomption peu démontrée. D'autres traces plus récentes ont été découvertes, sur le nouveau grès rouge (terrain triasique)... dans le comté de Dumfries et décrites par Duncan. Leur comparaison avec des impressions que des reptiles du monde actuel formeraient sur le sable montre que c'est avec celles des tortues de terre qu'elles ont le plus de rapports. On ne peut également voir dans ces faits qu'une probabilité, et il faut attendre la découverte de quelques ossements, pour pouvoir prononcer avec certitude que les tortues de terre ont vécu dès l'époque primaire (2). »

Contrairement aux autres groupes de reptiles, les tortues paraissent avoir été à leur apogée durant l'ère tertiaire, tant pour le nombre que pour la variété de leurs représentants. Le fait est incontestable pour les tortues marines, car presque tous les dépôts marins tertiaires recèlent de nombreux restes de *thalassites*.

La taille des fossiles ne paraît guère avoir excédé celle des représentants actuels de cet ordre, si l'on excepte le groupe des *Athecæ*. Le Sphargis du Muséum de la Rochelle, un des plus grands exemplaires connus, atteint $2^{m}20$ de longueur totale (3). *Protosphargis veronensis* (4), Cap. atteignait $2^{m}96$, et le *Protostega gigas* (5) de Cope atteignait quatre mètres.

Les tortues marines sont actuellement toutes d'une

(1) Lombart Brichenden, in Pictet, *Traité de paléontologie*, I, p. 442.
(2) Pictet, *op. cit.*, p. 442.
(3) Dr Sauvé, *op. cit.*, p. 147.
(4) Capellini, *Il Chelonio Veronese*, Reale Accademia dei Lincei, 1884, p. 28.
(5) Cope, *The Vertebrata of the Cretaceous formations of the West*, Washington 1875, p. 99.

grande taille; parmi les fossiles, on en trouve qui n'ont que quelques centimètres de longueur, et d'autres comme la *Chelonia gerundica* (1) dont la carapace, d'après Delfortrie, atteignait deux mètres. Aux pieds de l'Himalaya, Cautley et Falconer ont retrouvé des débris d'une tortue terrestre gigantesque, dépassant de beaucoup tous les chéloniens actuels : la carapace avait 12 1/2 pieds anglais de long, 8 de large et 6 de haut. Si l'on prend, comme terme de comparaison, la *Testudo indica,* l'animal atteignait près de 20 pieds de longueur.

Malgré un grand nombre de beaux travaux, la classification des chéloniens laisse beaucoup à désirer : la plupart des coupes que l'on a faites reposent sur des caractères secondaires et des considérations vagues.

Les premiers naturalistes, dit Geoffroy Saint-Hilaire (2), s'apercevant qu'il en existait dans la mer, dans les fleuves et sur la terre, et dans la persuasion que cette diversité de séjour tenait à quelque chose d'essentiel dans leur organisation, ont pris l'habitude de les distinguer sous les noms de tortues de mer, tortues de fleuve et tortues terrestres.

Linné les réunissait toutes dans un seul genre et y distinguait trois groupes : 1°) Testudines marinæ, pedibus pinniformibus ; 2°) Testudines fluviatiles, pedibus palmatis ; 3°) Testudines terrestres, pedibus clavatis.

Le comte de Lacépède, en 1778, les partageait en deux genres : le premier comprenant les tortues marines, à doigts réunis, allongés, aplatis et conformés en nageoire ; le second contenant celles qui ont les doigts séparés et distincts.

Brongniart ajouta le genre *Emys;* Duméril celui de *Chelys;* Geoffroy Saint-Hilaire, celui de *Trionyx.*

(1) Delfortrie, *Les chéloniens du miocène de la Gironde* (t. XXVII des Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, p. 4).

(2) Geoffroy Saint-Hilaire, *op. cit.*, p. 1.

Dans l'erpétologie, Duméril et Bibron ont établi une classification qui, sauf quelques légères modifications, a été adoptée jusque dans ces dernières années. Ils divisent cet ordre en quatre familles : 1° Les *Chersites,* comprenant les tortues terrestres ; 2° les *Élodites* ou tortues paludines ; 3° les *Potamites,* fluviatiles ; 4° les *Thalassites* ou tortues marines.

La seconde famille comprend le groupe des *Cryptodères* ou des *Émydes,* caractérisés par un bassin non soudé au plastron, ce dernier recouvert de 12 plaques cornées seulement, une tête comprimée latéralement, et la faculté de retirer la tête complètement sous la carapace.

Les espèces du second groupe, des *Pleurodères* ou des *Chélydes,* ont le bassin soudé au plastron, ce dernier recouvert par 13 plaques, une tête plus déprimée, et ils ne peuvent généralement abriter la tête sous la carapace, mais seulement sous son bord proéminent.

Dans l'impossibilité d'établir une ligne de démarcation bien nette, entre les deux premières familles, le P^ce^ Ch. L. Bonaparte (1) et, à sa suite, Strauch (2) les ont réunies en une seule sous la dénomination de *Testudinides ;* ce dernier auteur établit pour les *Chersites* et les *Émydes* la tribu des *Chersémydes,* et les *Chélydes* constituent la seconde. Dautres classifications ont été proposées par Gray (3) et par Agassiz (4).

Ces classifications artificielles ont le mérite de la simplicité et celui de réunir les animaux qui ont un régime et des mœurs communs. Néanmoins tous les auteurs qui ont parlé du *Sphargis* sont unanimes à dire que ce remarquable reptile ne pouvait être placé à côté des autres

(1) Bonaparte, *Saggio di una distribuzione metodica degli animali vertebrati,* Roma, 1831, pp. 70 et 71.

(2) Strauch, *Chelonologische Studien,* t. V des Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, VIIe série, p. 64.

(3) Gray, *Catalogue of Shield Reptiles,* etc., London 1855, p. 2.

(4) Agassiz, *Contributions to the Natural History of the United States of America,* t. I, p. 321.

chélonées (1); on créa pour lui une division à part sous le nom de *Sphargidæ* (Gray), *Dermatochelyidæ* (Fitz.), *Athecæ* (Cope), *Dermatochelyidæ* (Seeley). La dénomination *Athecæ* semble devoir être admise, parce que Cope, le premier, a établi pour le Sphargis un groupe indépendant, non accolé aux autres tortues marines.

A cette division, comprenant les chéloniens dont la carapace est construite d'après un type spécial, les côtes et les vertèbres dorsales libres et indépendantes du dermatosquelette, pourraient être opposés tous les autres, dont la carapace est construite d'après un autre type uniforme, les côtes et les vertèbres dorsales soudées à l'exosquelette : ce seraient les *Thecophora* (Dollo) (2).

Ces derniers sont divisés par Cope en *Pleurodira*, dont le bassin est soudé au plastron (Chelydes) et qui sont actuellement confinés dans l'hémisphère austral, et en *Cryptodira*, dont le bassin n'est pas soudé au plastron et comprenant tous les autres groupes des anciens zoologistes. Ces deux subdivisions sont à leur tour scindées en un grand nombre de groupes, dont l'énumération et la caractérisation dépasseraient le but que nous nous sommes proposé. Cette classification de Cope a le tort, croyons-nous, de trop se baser sur les caractères tirés de l'exosquelette : ces caractères ne nous semblent ni essentiels, ni primaires; les productions dermiques ne sont pas en relation si intime avec les organes essentiels qu'on puisse leur accorder une telle importance, hormis dans les *Athecæ* et les *Thecophora*, lesquels, par suite de leur cara-

(1) Gray, *Ann. of Philosophy*, t. X, p. 212, 1825. Id. *Catalogue of Shield Reptiles*, p. 70.

Fitzinger, *Syst. Rept.*, p. 30.

Cope, *Americ. Assoc. for Advancement of Science*, t. XIX, p. 235; et *Description of the genus Protostega* (Am. Phil. Society, mars 1872).

Gervais, *Ostéologie du Sphargis Luth*, p. 225.

Seeley, *On Psephophorus polygonus*, op. cit., p. 412.

(2) L. Dollo, *Note sur les chéloniens du Bruxellien* (Bulletin du Musée, 1886, t. IV, p. 79).

pace et de ses rapports avec les organes internes, représentent deux types d'organisation bien distincts.

Le Dr Baur (1) rejette cette division primordiale des chéloniens ; il considère les *Athecæ,* comme les formes les plus spécialisées des tortues marines, dont ils ne pourraient être séparés. Tout récemment (2), il propose à son tour de diviser cet ordre en deux groupes : 1° Les *Diacostoidea*, comprenant les seules tortues fluviatiles ou Trionychida ; 2° les *Paradiacostoidea,* comprenant tous les autres chéloniens. Il s'appuie sur des caractères tirés de l'entoplastron, des côtes sacrées et caudales, et sur le nombre des phalanges des doigts 4 et 5.

Quoique la classification de Seeley, basée sur les caractères de l'épiderme, n'ait été guère adoptée, on semble y aboutir par degrés : les uns, isolant les Athecæ à peau coriace pour des raisons plausibles, d'autres les *Trionychidæ* à peau molle, on laisse les autres chéloniens, réunis en un seul groupe.

En 1865, M. Strauch (3) comptait 194 tortues vivantes, dont 36 Chersites, 89 Émydes, 40 Chélydes, 24 Trionychida, enfin 5 tortues marines, y compris le *Sphargis*.

Le même savant chélonographe a publié sur la distribution géographique de ces animaux un travail considérable, fruit de longues et patientes recherches. Il a divisé la terre ferme en six régions fauniques (Faunengebiete) : la région circumméditerranéenne, comprenant le sud de l'Europe, le nord de l'Afrique et les contrées occidentales de l'Asie bordant la Méditerranée et la mer Noire, est très pauvre en tortues; on n'y rencontre que six espèces, dont trois Chersites et trois Émydes ; l'une d'elles, *Emys lutaria (= Cistudo europæa)* habite la majeure partie de

(1) Dr Baur, *Zoologischer Anzeiger*, n° 244, 1887.
(2) Dr Baur. *Zoologischer Anzeiger*, n° 238, 1886.
(3) Strauch, *Die Vertheilung der Schildkröten über den Erdball*, Saint-Pétersbourg 1865, p. 154.

cette zone. En Espagne, on la rencontre avec *Clemmys leprosa*, autre émyde, en Italie, avec la *T. græca*, terrestre. Les tortues captives que l'on rencontre en Belgique sont la *T. pusilla (= mauritanica)*, parfois les *T. campanulata* et *græca*, plus rarement encore *Emys lutaria*, à doigts palmés. L'an dernier (1886), on avait observé dans le Vieux-Démer, à Béverst, village à deux lieues de Hasselt, un animal étrange, dont la présence dans cette rivière avait étonné ou plutôt effrayé les braves cultivateurs dont les prairies longent cette eau. Plusieurs personnes nous attestaient avoir vu, à diverses reprises, un animal inconnu se précipiter dans l'eau à leur approche. Bientôt on nous annonça la capture d'un tortue, suivie immédiatement d'une seconde : c'étaient deux *cistudes européennes ;* nous apprîmes dans la suite que deux tortues s'étaient échappées du parc d'un château voisin. Ces deux animaux avaient vécu plus d'une année en liberté.

L'aire géographique de cette espèce s'étend au nord jusqu'à la Baltique ; mais elle n'atteint les rivages de l'Atlantique que dans le sud de la France et au nord de l'Allemagne (à Wismar), où elle est très répandue.

La région géographique africaine comprend tout le continent et les îles voisines, sauf le nord qui appartient à la région méditerranéenne ; elle est caractérisée par la prédominance des tortues terrestres (14), la présence simultanée d'une émyde, des chélydes (9) et des tortues fluviatiles (8). Le caractère prédominant est la coexistence des deux derniers groupes, qui s'excluent mutuellement ailleurs. Cette faune renferme des genres spéciaux de ces divers groupes, dont aucune espèce ne se retrouve ailleurs, *Cinyxis* et *Chersina* parmi les *Chersites*, *Sternothærus* et *Pelomedusa* parmi les *Chélydes*, *Cycloderma* dans les *Potamites*. C'est un fait connu que les animaux africains ont une extension géographique considérable, et que beaucoup d'entre eux se retrouvent dans les îles. La plupart des tortues font exception à cette règle, et ne s'étendent que sur une

partie restreinte du continent. L'île de Madagascar, au point de vue chélonologique, doit être considérée comme une dépendance de l'Afrique ; la ressemblance frappante que l'on observe entre la faune de cette île et celle des Indes orientales fait ici complètement défaut : des huit tortues habitant Madagascar, sept se retrouvent sur le continent, une seule, *Pyxis arachnoides*, est commune à cette île et aux Indes et manque en Afrique. Sur les îles du canal de Mozambique et les Seychelles, on trouve une tortue terrestre géante, atteignant parfois un poids de 250 kilogrammes, *Testudo elephantina*, que l'on ne trouve ni à Madagascar, ni sur le continent. Strauch fait observer que ce fait n'est pas isolé ; sur les îles Galapagos, on rencontre également une grande tortue qui ne vit pas à l'état sauvage dans l'Amérique du Sud.

La région asiatique est caractérisée par la prédominance des *Émydes* (31) la présence de quelques *Chersites* (9), et tortues fluviatiles (14), comprenant plus de la moitié des *Trionychida* vivants. Par la prédominance des *Émydes* et la communauté de plusieurs genres, cette région offre une grande ressemblance avec l'Amérique septentrionale.

La région australienne, c'est-à-dire le continent australien seul, les tortues faisant défaut ailleurs, n'a que des *Chélydes*, offrant une ressemblance frappante avec celles de l'Amérique méridionale. On y a trouvé un individu d'une espèce terrestre que l'on rencontre également en Asie.

L'Amérique méridionale, formant la cinquième région, est habitée par 3 Chersites, 23 Chélydes et 9 Émydes.

L'Amérique septentrionale n'a de commun avec la région précédente qu'une seule tortue *(Cinosternon leucostomum)*; elle contient 2 tortues terrestres, 40 paludines et 2 fluviatiles. Toutes les paludines appartiennent au groupe des Émydes, et les espèces propres à l'Amérique du Nord possèdent des barbillons, rappelant les

Chélydes de la région sud-américaine, presque toutes pourvues des mêmes organes, que les *Émydes* et les *Chélydes* de l'ancien continent ne possèdent jamais.

C'est un fait unique dans la distribution géographique des vertébrés actuels, qu'un genre *(Testudo)* a des espèces dans toutes les parties du monde, à l'exclusion de l'Australie.

Enfin la région océanique comprend les mers de la zone tropicale et des zones tempérées; la mer, si riche en Thalassites durant l'ère tertiaire, ne renferme plus que cinq espèces. Les tortues marines ne paraissent dépasser que exceptionnellement le 42° N. et le 40° S. ; celles que l'on trouve au delà de ces latitudes semblent y avoir été entraînées par les courants, ou par les tempêtes. Ces animaux, dont les organes de locomotion sont très puissants, ont une extension géographique étendue. *Chelone Mydas (= viridis)*, la tortue comestible, ainsi que *Ch. imbricata*, si recherchée pour ses plaques cornées, se rencontrent dans toutes les mers excepté la Méditerranée. Le *Sphargis (Dermatochelys coriacea)* et *Thalassochelys corticata*, plus commune, se rencontrent surtout dans l'Atlantique, la Méditerranée et l'océan Indien; tandis que *Thalassochelys olivacea* ne se rencontre que dans l'hémisphère oriental, la mer de Chine, la mer de la Sonde, l'océan Pacifique et la mer Rouge; en sorte que les deux *Thalassochelys* semblent s'exclure mutuellement.

Abbé G. Smets,
Docteur en sciences.

LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE

RÉPONSE AUX OBJECTIONS.

IV

LE DÉLUGE ET LA CROYANCE TRADITIONNELLE.

Le fait de l'universalité ethnographique du déluge, laissé en dehors du domaine de la foi par saint Pierre, ne se trouve pas dans l'enseignement *dogmatique* des Pères. Les textes apportés par le R. P. Brucker l'ont grandement prouvé. Nous serions donc en droit de passer à d'autres points. Mais le docte religieux insiste.

« L'examen de quelques objections servira à confirmer l'argument que nous venons de développer », écrit-il au début de son article d'octobre (1). « Il n'est plus nécessaire, pensons-nous, de réfuter longuement l'assimilation entre le *consensus* des Pères sur la question qui nous

(1) *L'universalité du déluge*, 2e article, Revue des questions scientifiques, octobre 1886, pp. 438-486.

occupe et celui qui existait, dit-on, au sujet du mouvement du soleil par rapport à la terre, de la forme de notre globe (1), etc. Car, d'abord, il n'y a jamais eu de *consentement unanime* de la tradition sur les opinions cosmographiques auxquelles on fait allusion; la plupart des Pères n'en ont même pas dit un mot. Ensuite, et surtout, l'accord qui a pu exister là-dessus n'a certainement rien de commun avec le *consensus* que nous venons de constater. A aucune époque ces opinions n'ont fait partie de l'enseignement religieux, public de l'Église universelle (2); un très petit nombre d'auteurs ecclésiastiques, parmi lesquels on peut citer un ou deux Pères, les ont proposées comme appartenant en quelque manière à la foi. Passons à des difficultés plus sérieuses (3). »

Le savant jésuite sent le danger de s'arrêter sur ce terrain. Ce qui frappe dans le paragraphe que nous venons de transcrire, c'est, avec de légères contradictions, la crainte de se voir opposer certains faits histo-

(1) Au xve siècle, comme le dit M. Motais (p. 157, n. 4), on admettait encore la non-sphéricité de la terre. " Cette interprétation fausse, dit M. Vigouroux (*Cosmogonie*, p. 56), avait néanmoins fait si bien son chemin parmi un certain nombre de commentateurs, que, vers l'époque même où Christophe Colomb découvrait l'Amérique, un Espagnol, Tostat, évêque d'Avila, prétendait, d'après ce que rapporte Montfaucon, que l'opinion qui enseigne la sphéricité de la terre est *téméraire* et *in fide non tuta*. „ Cela suppose que la croyance à la non-sphéricité de la terre était alors assez commune. M. Vigouroux ajoute: " Cet exemple est bien propre à montrer aux exégètes *quelle réserve ils doivent apporter à l'explication scientifique* des saintes Écritures. Il prouve aussi, par l'accord unanime de tous les commentateurs d'aujourd'hui à admettre la sphéricité de la terre, que, lorsqu'une vérité scientifique est solidement établie, ce n'est pas l'Église qui la repousse „ (p. 57). Nous sommes étonné que le R. P. Brucker n'ait pas lu cela dans cet ouvrage qu'il invoque contre M. Motais. Les autres travaux auxquels il renvoie ne contredisent pas à l'affirmation de M. Motais.

(2) Nous ne savons ce que le R. P. Brucker entend ici par " enseignement religieux, public de l'Église universelle. „ Il ne veut évidemment pas parler de l'enseignement *dogmatique ;* s'il avait cette pensée, ce qu'il dit là serait bien grave et rendrait difficile l'explication de l'affaire de Galilée. Car dans quelques instants nous allons entendre le cardinal Bellarmin donner un démenti formel au R. P. Brucker.

(3) Art. d'octobre, p. 437.

riques. L'auteur a évidemment devant les yeux les spectres de Josué et de Galilée : « La plupart des Pères n'en ont pas dit un mot....Passons. » Pardon ! Le cardinal Bellarmin, « l'homme de la tradition et l'adversaire des nouveautés », n'est pas de cet avis. En l'écoutant, on pourra constater quel rapport il y a, au point de vue de l'enseignement des Pères, entre la question scientifique du mouvement du soleil et la question historiqne de l'universalité du déluge (1).

Qu'on nous pardonne cette digression, dont on verra facilement l'importance et l'intérêt pour le cas qui nous occupe.

« Dans une lettre adressée le 12 avril 1615 au carme Foscarini, en réponse à l'envoi que lui avait fait celui-ci de sa conciliation du système de Copernic avec la Bible, Bellarmin lui donnait en ces termes son avis sur la question :

« 1° Je dis qu'à mon sens V. P. et le S. Galilée feraient prudemment en se contentant de parler « *ex suppositione* » et non d'une manière absolue, comme j'ai toujours cru qu'avait parlé Copernic. En effet, dire que, la terre étant supposée mobile et le soleil en repos, toutes les apparences (célestes) s'expliquent mieux qu'en admettant les excentriques et les épicycles, c'est parfaitement dit, cela n'offre aucun péril, et suffit d'ailleurs au mathématicien. Mais vouloir affirmer que réellement le soleil occupe le centre du monde et ne fait que tourner sur lui-même sans se mouvoir d'Orient en Occident, et que la terre, placée dans le ciel, tourne avec une grande vitesse autour du soleil, c'est chose fort dangereuse, non seulement parce qu'on irrite ainsi les philosophes et les théologiens scolastiques, mais parce que l'on nuit à la foi en attri-

(1) Les documents que nous allons produire ont été recueillis par D. Berti : *Copernico e le vicende del sistema Copernicano in Italia,* Rome 1876 ; cité par Ph. Gilbert, professeur à l'Université de Louvain : *La condamnation de Galilée,* dans la Revue des quest. scientif., juillet 1877, pp. 170-174.

buant aux Écritures un langage faux. Sans doute V. P. a bien montré qu'il existe diverses manières d'interpréter les Livres saints, mais elle n'en a pas fait l'application à des cas particuliers, à quoi elle eût rencontré de grandes difficultés, ne fût-ce que sur les passages mêmes qu'elle a cités.

» 2° Je dis que, comme vous le savez, le Concile a défendu d'expliquer les saints Livres en opposition avec le sentiment commun des saints Pères : or, si V. P. veut lire, non seulement les saints *Pères*, mais les commentaires modernes sur la Genèse, sur les Psaumes, sur l'Ecclésiaste, sur Josué, elle y trouvera que *tous* tombent d'accord pour expliquer, à la lettre, que le soleil est dans le ciel et tourne rapidement autour de la terre, tandis que la terre est bien loin du ciel et occupe, immobile, le centre du monde. Considérez maintenant, dans votre prudence, si l'Église peut supporter que l'on donne à l'Écriture *un sens opposé à celui que les saints Pères ont admis*, ainsi que tous les exégètes grecs et latins. — On pourrait répondre, il est vrai, qu'il n'y a pas ici matière de foi ; mais s'il n'y a pas matière de foi *ex parte objecti*, il y a matière de foi *ex parte dicentis;* et c'est ainsi, par exemple, qu'il y aurait hérésie à prétendre qu'Abraham n'a pas eu deux fils.....

» 3° Je dis enfin que, s'il se trouvait une vraie démonstration que le soleil est placé au centre du monde et la terre dans le troisième ciel, et que le soleil ne tourne pas autour de la terre mais celle-ci autour du soleil, alors il serait nécessaire de procéder avec une grande prudence dans l'explication des Écritures qui semblent dire le contraire, et plutôt avouer que nous ne l'avions pas comprise que de déclarer fausse une chose démontrée. Mais, quant à moi, je ne croirai pas qu'une telle démonstration existe avant qu'on me l'ait fait voir ; car ce n'est nullement la même chose de démontrer qu'en supposant le soleil au centre et la terre dans le ciel, toutes les apparences s'expliquent, et de démontrer qu'en réalité le soleil

occupe le centre du monde et que la terre se meut dans le ciel. La première démonstration, je crois qu'elle se peut faire; mais, quant à la seconde, j'ai de grands doutes là-dessus et, en cas de doute, on ne doit pas s'écarter de l'Écriture exposée suivant le sentiment des Pères. »

Galilée répondit par divers écrits aux déclarations du cardinal Bellarmin. « En réfutant l'objection tirée de la sainte Écriture, dit M. Gilbert, il se montre, me semble-t-il, théologien plus perspicace que son illustre adversaire. Notre ignorance, répond-il, nous empêche parfois de bien interpréter le sens du texte sacré, et le défaut d'accord provient, *non pas d'une erreur de celui-ci, mais de nos fausses interprétations.*

» Quant à dire que telle proposition donnée est *de fide ratione dicentis*, lorsqu'elle ne l'est pas *ratione objecti*, et qu'elle tombe ainsi sous l'application de la règle établie par le concile, je réponds que tout ce qui se trouve dans l'Écriture est *de fide ratione dicentis* et devrait, en suivant le même raisonnement, se trouver aussi compris dans la règle du concile ; ce qui n'est pas évidemment, car le concile aurait dit alors : *in omni verbo scripturarum sequenda est expositio Patrum*, etc... et non *in rebus fidei et morum.* Donc puisqu'il a employé l'expression *in rebus fidei et morum*, il laisse bien voir par là qu'il a voulu entendre les choses qui sont de foi *ratione objecti.* »

Les lecteurs peuvent maintenant juger combien les quelques lignes du R. P. Brucker touchant le consentement des Pères sur le mouvement du soleil autour de la terre sont en plein désaccord avec les affirmations de Bellarmin.

Ne trouvons-nous pas la même situation dans la question de l'universalité du déluge? Avec cette différence cependant qu'un certain nombre d'auteurs ecclésiastiques parmi lesquels « à peine *un* ou *deux* Pères » (ce qui généralement signifie *plus de deux)* proposent l'opinion cosmo-

gonique combattue par Galilée comme appartenant, selon le R. P. Brucker, « en quelque manière à la foi » ; tandis qu'on peut à peine trouver trois Pères qui, dans la formation du type prophétique de l'Église, introduisent la destruction totale du genre humain, et encore sans la proposer expressément comme matière de foi. Mais aussi on constate cette autre différence, que les Pères, pour le mouvement du soleil, s'appuient sur un texte proclamant positivement la rotation de cet astre autour de la terre; tandis que pour l'*universalité* du déluge, il n'est pas un texte qui ne prête à l'équivoque. Et cependant, il n'y a pas le moindre doute : Bellarmin se trompait avec les Pères ; et Galilée avec Copernic était dans le vrai. Aujourd'hui il n'est pas un catholique qui n'admette le mouvement de la terre autour du soleil, — opinion considérée comme libre, même avant que Galilée, par ses imprudences, n'eût amené les théologiens à lui imposer silence (1). Après un tel exemple, ne convient-il pas, dans la question de l'universalité du déluge, d'observer les règles de la prudence, c'est-à-dire de ne point compromettre les Pères dans des théories fort discutables ?

Que reproche-t-on alors à M. Motais de n'avoir pas apporté tous les témoignages des Pères. Cette exigence nous étonne surtout de la part d'un auteur déclaré en défaut d'exactitude par le cardinal Bellarmin ; et dont les recherches, pour combler les lacunes des citations de M. Motais, ont abouti à la découverte d'un *consensus* formé par *trois* Pères.

Certains adversaires rendent bien épineuse la défense du *Déluge biblique.*

— M. Motais rit, plaisante des Pères, dit l'un.

— Il n'a fait que reproduire exactement les opinions de

(1) Voir les articles déjà cités de M. Gilbert, dans la REVUE DES QUEST. SCIENT., avril et juillet 1877 ; et Girodon, *Exposé de la doctrine catholique,* t. I, p. 28, note 1.

ces saints auteurs, avec textes originaux à l'appui, répondons-nous.

— Il eût été préférable que ces textes ne fussent pas produits, nous dit un autre.

— Les recherches de M. Motais sur les Pères « n'ont pas été assez complètes », écrit de son côté le R. P. Brucker ; il y a bien des lacunes dans ses citations.

En vérité, nous voilà dans la situation critique dépeinte jadis par le bon La Fontaine. Nous n'y resterons pas.

Que les Pères aient cru *personnellement* à l'universalité du déluge, c'est un point que nous ne nierons pas. Mais il faut bien reconnaître avec M. Motais qu'ils ne se gênaient pas pour faire des brèches à cette croyance et se contredire (1). Le R.P. Brucker a beau protester, il est évident que saint Jérôme ne se refuse pas à croire à la préservation d'autres hommes, *en dehors de l'arche* bien entendu ; ce qu'Eusèbe admet volontiers avec saint Augustin pour Mathusalem (2). Mais ne serions-nous pas en droit d'être aussi dur envers le R. P. Brucker, que celui-ci l'est envers M. Motais? Ce dernier cite des passages de saint Augustin où on lit « qu'*on peut croire* au salut de Mathusalem bien qu'*il ait vécu pendant le déluge* et *en dehors de l'arche* » ; et qu'on peut se tromper tout à l'aise sur cette question, puisqu'elle ne touche pas le moins du monde à la foi (3). Le contradicteur de M. Motais prend bien garde de toucher à ces textes (4).

On s'explique facilement les opinions contradictoires des Pères sur des sujets qui n'appartiennent point au dogme, comme le fait de l'universalité du déluge. Ils sont les pre-

(1) *Déluge biblique*, pp. 154 suiv.

(2) *Ibid.*, pp. 161-164.

(3) S. Augustin, *De peccat. origin. cont. Faust. et Celest.*, n. 27, cité par M. Motais, *Déluge biblique*, p. 163.

(4) V. art. d'oct., p. 443. Ailleurs (p. 444) le R. P. Brucker fait à M. Motais le reproche d'avoir lu " trop superficiellement „ saint Augustin. " Le grand docteur, dit-il, affirme à plusieurs reprises comme absolument certain, que l'*arche*, dans l'intention de l'Esprit-Saint, est *figure de l'Église*. „ Si le savant

miers à recommander de ne point engager de vains conflits entre la Bible et la science. On lira avec fruit, sur ce sujet, les conseils de saint Augustin (1), de saint Jérôme (2), et de saint Thomas d'Aquin (3).

Le R. P. Brucker a prévu l'objection très grave qu'on peut opposer à ceux qui, comme lui, partisans de l'universalité restreinte à une partie de la terre, veulent s'appuyer sur la tradition. En effet, le consentement unanime des Pères porterait aussi bien sur l'universalité géographique et zoologique que sur l'universalité ethnographique. La thèse de l'universalité restreinte serait donc condamnée par la tradition. Le R. P. Brucker répond que dans les textes des Pères les expressions *toute la terre* et *tous les animaux* peuvent s'entendre « sans violence » comme les mêmes expressions dans les textes de la Genèse. Outre l'étrangeté de cette prétention, les vains efforts de l'auteur pour démontrer que, dans la Genèse, ces expressions signifient « la terre habitée » et « les animaux de la terre habitée », suffisent pour donner une idée de la valeur de l'argument (4).

Poussé à bout, le savant jésuite déclare que, si l'unanimité des Pères était acquise également à l'universalité de ces trois points (terre, animaux, hommes), il n'hésiterait pas à les admettre tous trois ; d'autant plus que « l'im-

écrivain avait lui-même lu *moins superficiellement* l'ouvrage de M. Motais, il n'eût point fait ce reproche ; car il y est dit (p. 148) que dans la *Cité de Dieu*, saint Augustin " se propose d'établir que l'*arche de Noé est, dans les moindres détails, le symbole de Jésus-Christ et de son Église.* „ Mais le saint auteur ne dit point ce que le R. P. Brucker dit pour lui. Nous ne nous attarderons pas à relever les inexactitudes commises à l'occasion des Pères dans le travail que nous examinons.

(1) *De Genesi ad litter.*, lib. II, in fine ; lib. I, cap. 9 ; lib. II, capp. 18 et 19.

(2) *In Jerem. proph.*, cap. XXVIII.

(3) *In Job*, cap. XXVII ; opusc. x. Cf. Pereirius, *in Genesim*, ad princip.

(4) Le R. P. Brucker prétend (p. 447) que la plupart des Pères laissent la question des *animaux* en dehors du *type*. Il suffit de parcourir le *De arca Noe* (OPUSCULA PATRUM de Hurter, t. III), pour s'assurer que, d'après les Pères, *toutes les espèces d'animaux* étaient représentées dans l'arche pour figurer *toutes les nations* appelées à entrer dans l'Église, ou encore le mélange des bons et des méchants.

possibilité d'un déluge absolument universel (quoique non simultané) ne lui paraît pas évidemment démontrée (1). » Sans doute l'universalité absolue est plus logique que l'universalité restreinte ; mais le grand obstacle dans la première hypothèse ce sont les « miracles inutiles » qu'il faut admettre et que le R. P. Brucker a déjà proscrits. Les voici donc qui reparaissent. « On peut soutenir, écrit-il en effet (2), que la difficulté principale (dans la thèse de l'universalité absolue), celle qui provient de la *submersion des hautes montagnes*, a déjà été résolue par saint Éphrem, qui explique le fait par un affaissement momentané des montagnes combiné avec un exhaussement, momentané aussi, des parties basses du globe. » Cet affaissement *momentané* et cet exhaussement *momentané*, se produisant en moins d'une année sur tout le globe, ne sont certainement pas impossibles : rien n'est impossible à Dieu. Nous dirons même que ce procédé miraculeux, limité à une partie de la terre, est considéré par quelques-uns comme résolvant mieux les difficultés de l'hypothèse de l'universalité relative que tout autre système. Hugh Miller veut appliquer ce phénomène au déluge restreint à la partie habitée de la terre. La grande difficulté, il l'avoue, c'est le peu de durée du cataclysme (3). Cependant, il suppose que la dépression durant les 40 premiers jours peut avoir été si graduelle qu'elle ait été imperceptible, excepté toutefois dans ses effets : déversement des eaux des mers voisines dans l'immense dépression, et disparition des pics montagneux. Après 150 jours, la dépression aurait peu à peu disparu ; cette mer illimitée qui entourait l'arche se serait retirée vers l'Océan lointain, et Noé aurait vu « que les fontaines de l'abîme étaient closes » et que « les eaux s'en

(1) Art. d'oct., p. 447.

(2) Ibid., p. 447, note 1.

(3) *Testimony of the Rocks*, cité par John Pratt, *Science and Scripture not at variance*, p. 83 : " Though the periods in which these vast oscillations occur are of immeasurably longer duration than that of the Deluge. "

étaient allées de dessus la terre (1). » Que le R. P. Brucker adopte l'universalité absolue ou l'universalité relative, il pourra avoir recours à cet étrange mouvement des montagnes. Évidemment il répugne au savant écrivain de l'admettre, mais il se trouve fort embarrassé ; aussi voudrait-il introduire cette opinion dans la thèse des non-universalistes. « Les partisans de la non-universalité seront bien obligés eux-mêmes, écrit-il, de supposer un phénomène semblable dans une mesure plus ou moins étendue. » Sans doute, il leur sera aussi loisible qu'aux autres de faire appel à un miracle de cette sorte. Quant à nous, nous préférons croire à un affaissement *non momentané*, correspondant, si l'on veut, à un exhaussement également *non momentané*. Nous ne ferons pas courber un instant la tête aux montagnes pour laisser passer le flot diluvien; avec de savants auteurs, nous supposerons la disparition complète et permanente, sous les eaux, d'un immense continent (2).

Mais revenons à la tradition. Ce qui a frappé le plus le R. P. Brucker dans la thèse de M. Motais sur l'autorité des Pères, c'est la partie où le savant exégète montre que « les Pères n'ont aucune connaissance exacte de l'état du monde et des lois qui le régissent au point de vue du phénomène en question (3). » « On doit lui accorder (à

(1) " He (Mr. Hugh Miller) shows that the depression during the first forty days might nevertheless have been so gradual as to have been imperceptible, except from the effects — the pouring in of the mighty waters from the neighbouring seas into the growing hollow, and the disappearance of the mountain tops. And when, after a hundred and fifty days had elapsed, the depressed hollow began slowly to rise again, the boundless sea around the ark would flow outwards again towards the distant Ocean, and Noah would see that " the fountains of the deep were stopped „, and " the waters were returning from off the earth continually. „ (Gen. VII, 2, 3.) John Pratt, *Scripture ad science not at variance*, 8th edit., London 1878, p. 83.

(2) Cf. Dr Hamy, *Précis de paléontologie humaine* (1870), pp. 70-73 ; Ch. Frèd. Klee, *Le Déluge, considérations géologiques et historiques*, Paris, 1853; Lyell, *L'ancienneté de l'homme*, 2e édit. 1870, trad. Chaper, pp. 480-485; Jean d'Estienne, *L'humanité primitive et ses origines :* REVUE DES QUEST. SCIENTIF., oct. 1882; Donnelly, *Atlantis : the antediluvian world ;* Frederico de Botella, *La Atlantida*, etc.....

(3) *Déluge biblique*, pp. 155-159.

M. Motais), écrit-il, que les Pères et les anciens exégètes n'avaient qu'une idée très imparfaite des difficultés que souffre leur interprétation du récit du déluge dans le sens universaliste. Et cela suffirait, croyons-nous, pour priver leur consentement d'une autorité *doctrinale* rigoureuse, si la question était purement historique ou scientifique et, par suite, indifférente à la foi » (1). Nous croyons bien avoir montré, que la question d'*universalité* n'est point du domaine de la foi, et que par là-même nous sommes en présence d'une question purement historique et scientifique.

Nous ne pouvons pas refuser notre assentiment à ce que dit ensuite le R. P. Brucker, à savoir que l'infaillibilité doctrinale est indépendante de la valeur des arguments qui accompagnent les décisions.

C'est d'ailleurs ce qu'a dit expressément M. Motais dans une longue note qui semble avoir échappé à l'attention de son contradicteur. « Nous savons bien, écrivait l'auteur du *Déluge biblique*, qu'il faut distinguer, comme le remarque Perrone, l'*objet de la foi*, des *motifs* sur lesquels les Pères l'appuient. Nous savons bien que les erreurs de critique, de physique, d'exégèse, d'histoire n'infirment pas leur autorité, *quando veluti testes traditionis atque communis fidei se præbent*. Mais, comme le remarque bien aussi le P. Perrone, il faut que cette intention de leur part soit constatée *juxta modo expositas regulas*. C'est, nous venons de le démontrer, ce qui ne peut se faire aucunement sur le point en litige ; et, dès lors, leur doctrine n'a d'autre autorité que celle des motifs qui la soutiennent, et *talis non est eorum auctoritas, ut, si graves præsertim rationes ita postulent, piaculum sit, debita semper cum reverentia, ab eorum placitis recedere* » (2).

(1) Art. d'oct., p. 448.

(2) Aussi Perrone ajoute-t-il avec raison : « Inepte prorsus ad Patrum auctoritatem minuendam ejusmodi errores ab hæreticis objiciuntur cum nemo catholicorum sit qui regulas non assignet adhibendas in recto auctori-

Pour résumer, disons avec M. Duilhé de Saint-Projet que « on peut, sans aller contre l'enseignement de l'Église, défendre l'interprétation nouvelle (la non-universalité ethnographique du déluge), et ceux qui la soutiennent ne doivent pas être taxés d'erreur en matière de foi catholique. L'Église ne s'est pas prononcée explicitement dans ce débat ; et, d'autre part, l'enseignement commun sur ce point ne possède pas les caractères requis pour être une règle de la croyance catholique » (1).

Ici se termine ce que M. Motais appelle la « partie négative » de l'hypothèse. Nous croyons avoir suffisamment répondu aux objections posées par le R. P. Brucker. Il resterait donc que la Genèse non seulement se prête à l'interprétation dite nouvelle, mais y sollicite (2); et que les autres écrits bibliques ainsi que les travaux des Pères ne s'y opposent point.

Le rôle de l'exégète prend fin, avec la « partie négative », quand il a dit à la science : Si vos découvertes exigent un déluge dans lequel n'a péri qu'*une partie de l'humanité*, la Bible n'y contredira pas; elle sera même plus compréhensible que dans toute autre hypothèse.

Nous nous trouvons maintenant en présence des objections dirigées contre la « partie positive » de la non-universalité du déluge quant aux hommes. Mais avant d'aborder cette partie scientifique, nous devons rappeler que les études concernant la linguistique et l'ethnologie, entre autres, n'ont pas encore produit un résultat tel

tatis Patrum usu. » *Tract. de locis theolog.*, part. II, sect. II, cap. II, col. 1242-43. Cf. S. Augustin, *in Epist.* CXLVIII *ad Fortunatianum*, n. 15. — *Déluge biblique*, p. 159, note 1. Cette note correspondant à une citation qu'il a faite du texte de M. Motais, nous ne comprenons pas que le R. P. Brucker ne l'ait pas remarquée.

(1) *Apologie scientifique de la foi chrétienne*, p. 443. 2e édition (1885) honorée d'un bref de S. S. Léon XIII.

(2) Aux auteurs cités dans le 2e paragraphe, qui prétendent le récit biblique du déluge fait d'après le *point de vue de Noé*, nous devons ajouter le R. P. de Hummelauer, qui a émis cette opinion dans les *Stimmen aus Maria-*

qu'elles puissent servir à trancher définitivement ces questions pendantes. Dans beaucoup de cas, un doute prudent sera donc de mise.

V

LE DÉLUGE ET LA GÉOLOGIE ET LA LINGUISTIQUE.

La science est-elle contraire à l'hypothèse de la non-universalité du déluge, ou s'accorde-t-elle avec cette théorie ? Tel est le point que nous allons étudier.

Interrogeons d'abord la *Géologie*.

S'autorisant des aveux de l'abbé Lambert, géologue estimé, d'accord en cela avec MM. Sedgwich, de Blainville et autres, M. Motais objectait qu'il n'y a point de traces géologiques d'un déluge universel (1). Le R. P. Brucker (2), oubliant un moment que lui-même est un adversaire de cette universalité absolue, menace l'auteur du *Déluge biblique* de témoignages contraires que pourraient fournir M. l'abbé Gainet, le P. Haté, etc. Mais ce n'est qu'une menace, puisque aussitôt, se rangeant du côté de M. Motais, il accorde « que la géologie ne trouve plus de vestiges certains de la grande inondation rapportée dans la Genèse ». « Le contraire, ajoute-t-il, serait plutôt fait pour surprendre. » Puis il nous donne à penser que le déluge tel qu'il l'entend était très restreint. « D'ail-

Laach, 1879, t. XVI, pp. 31 et suiv., 161 et suiv., 395 et suiv. Nous croyons savoir que c'est également le sentiment du R. P. Knabenbauer. Celui-ci et le R. P. de Hummelauer sont avec le R. P. Cornély, du Collège romain, les principaux rédacteurs du grand *Sacræ Scripturæ Cursus*, en publication chez Lethielleux à Paris. La parfaite connaissance que ces savants jésuites ont de l'exégèse allemande (comme nous avons pu le constater dans le remarquable commentaire du R. P. Knabenbauer sur le Livre de Job), et par là même des objections actuelles dirigées contre la Bible, donnera une grande valeur à cette importante entreprise.

(1) *Déluge biblique*, pp. 229-230.

(2) Art. d'oct., p. 451.

leurs, écrit-il en effet, supposé que les résultats de l'action du déluge mosaïque subsistent encore dans l'écorce du globe terrestre, comment la géologie pourrait-elle les discerner et les nommer au milieu d'effets semblables et sans doute infiniment plus considérables qu'ont produits tant de *déluges* naturels durant les âges quaternaires (1)? » Ces « déluges naturels », les fait-il contemporains de l'homme comme le déluge mosaïque, qui, dit-il, tombe certainement dans la période quaternaire? La citation ci-dessus le laisserait supposer. Comment alors comprendre le silence des peuples sur ces déluges « infiniment plus considérables » et cependant inoffensifs pour l'humanité; tandis que de nombreuses traditions relatent le déluge *infiniment moins considérable* qui a fait périr une partie de l'humanité? Le déluge de l'école mixte devient bien restreint. Les non-universalistes donnent à ce cataclysme une bien autre étendue.

Quoi qu'il en soit, la géologie ne nous est pas défavorable, pas plus que la *paléontologie*. Aussi nous contenterons-nous pour celle-ci de citer une phrase de M. de Quatrefages, l'éminent professeur du Muséum. « Une multitude de faits, écrivait-il récemment, chaque jour plus nombreux et se rattachant à ces divers genres de preuves (tirées de la *paléontologie humaine)*, permettent aujourd'hui d'affirmer que, dès les temps quaternaires, l'homme occupait les quatre parties du monde, qu'il avait atteint les extrémités de l'ancien continent et touchait à celles du nouveau » (2). S'il en était ainsi, le déluge pour être universel selon le sens du R. P. Brucker, c'est-à-dire quant aux hommes, dut aussi l'être quant à la terre et aux animaux. La paléontologie condamnerait donc indirectement le déluge de l'école mitoyenne.

« Mais la *linguistique* parle plus haut... Sans doute,

(1) Ibid., pp. 451-452.

(2) A. de Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines : questions générales*. Paris 1887, p. 64.

nous croyons fermement, comme le disait naguère M. G. de Dubor, citant Max Müller et M. Renan, que « le grand » dogme de l'unité de l'espèce humaine n'a rien à crain- » dre des découvertes de la science » (1). Nous croyons fermement avec Mgr de Harlez, que l'irréductibilité de certaines familles de langues est loin d'être démontrée et ne le sera jamais. Nous le croyons d'autant mieux avec lui, qu'il le prouve d'une façon irréfutable, et détruit, avec une aisance remarquable et une abondance de preuves saisissante, et les principes et les faits sur lesquels s'appuie ou tente en vain de s'appuyer l'école polygéniste (2). Mais s'il est rigoureusement possible de prouver que les langues pourraient être toutes filles d'Adam, l'est-il autant de montrer qu'elles peuvent également descendre de Noé et de ses trois fils (3)? » M. Motais, se fondant sur les affirmations d'hommes compétents, répond négativement. Les langues n'auraient pas eu le temps de se diversifier depuis le déluge jusqu'aux époques où on les voit toutes formées. Comment alors trouver le temps réclamé par les linguistes pour la formation des idiomes? C'était la question, lorsque M. Motais proposa sa théorie sur le déluge. Si une partie seulement de l'humanité a péri sous le flot diluvien, on s'explique la différence profonde qui sépare certaines familles de langues.

Mais le R. P. Brucker, n'admettant pas la non-universalité du déluge quant aux hommes, se voit forcé de recourir à un autre moyen pour fournir aux langues le temps de se spécifier. Il propose de reculer la date du déluge, en d'autres termes d'allonger la chronologie.

Disons d'abord que cette hypothèse n'irait nullement contre celle de la non-universalité du déluge ; les deux pourraient subsister côte à côte. Mais quelles sont les

(1) Muséon, janvier 1884 : *Les langues et l'espèce humaine*, p. 107. Cf. Renan, *Histoire générale des langues sémitiques.*

(2) Voir Controverse, 1er juillet 1883 : *La linguistique et la Bible.*

(3) Motais, *Le Déluge biblique*, pp. 231-232.

bases de ce nouveau système chronologique ? Quoique cette question ait déjà été débattue entre le savant jésuite et nous dans une autre revue (1), nous l'exposerons cependant, mais rapidement, de manière que les lecteurs puissent juger en connaissance de cause.

Le chapitre v de la Genèse contient la généalogie des patriarches antédiluviens ; elle va d'Adam par Seth à Noé. De même, le chapitre xi contient la généalogie des patriarches postdiluviens ; elle va de Sem à Abraham. Ces généalogies donnent l'âge de chaque patriarche au moment de la naissance du fils successeur, ainsi que la durée de sa vie depuis cet événement jusqu'à sa mort. Par exemple, Phaleg à 30 ans engendra Reu, et ensuite il vécut encore 209 ans ; et Reu à 32 ans engendra Serug et ensuite il vécut encore 207 ans, etc.

D'après l'interprétation proposée par le R. P. Brucker dans le but d'allonger la chronologie, il faudrait supposer, par exemple, que Phaleg n'est pas le père de Reu, mais son aïeul ou son bisaïeul. Il y aurait alors des lacunes dans ces généalogies. Mais « comment peut-on saisir des lacunes dans une succession aussi nettement définie ? D'ailleurs il ne servirait de rien de dire que les usages de la langue biblique (2) permettent de prendre Énos, Reu, pour des petits-fils, ou même des descendants beaucoup plus éloignés du patriarche dont ils sont dits « engendrés », cela ne changerait nullement la chronologie qu'on obtient en admettant que la série se propage de père en fils. Moïse met.... 30 ans entre Péleg (Phaleg) et Reu, 32 entre Reu et Saroug, etc... Que Reu, Saroug,

(1) Controverse : Brucker, *La chronologie des premiers âges de l'humanité*, mars 1886 ; Ch. Robert, *La chronologie et les généalogies de la Bible*, juillet 1886 ; — Brucker, *Quelques éclaircissements sur la chronologie biblique*, septembre 1886. L'occasion va nous être donnée de faire quelques observations sur la partie de ce dernier article qui a rapport à l'étude présente.

(2) Allusion au mot « engendrer » qui peut également indiquer une filiation immédiate ou médiate.

etc., soient fils, petits-fils ou arrière-petits-neveux du patriarche qui les précède dans la liste, cela n'augmente ni ne diminue d'une année l'intervalle qui les sépare de lui, ni par conséquent la somme des années patriarcales, formée par l'addition de tous les intervalles de ce genre (1) ».

A cette objection, que le R. P. Brucker se pose lui-même, que répond-il? Rien; car apporter des preuves de lacunes volontaires dans des généalogies non formées sur le même moule, c'est-à-dire dépourvues de dates, c'est, nous semble-t-il, passer à côté de la question (2).

Ce qui étonne le plus dans le système chronologique *personnel* au R. P. Brucker, c'est l'arbitraire. Nous venons de le constater, il croit aux lacunes des généalogies patriarcales. Distinguons cependant : ces lacunes, d'après lui, existeraient dans la liste postdiluvienne, mais non dans la liste antédiluvienne. Par conséquent la chronologie biblique du chapitre XI serait bien au-dessous de la réalité, tandis que la chronologie du chapitre V serait assez exacte. « L'intervalle entre la création de l'homme et le déluge n'a pas été bien considérable », écrit-il; mais on peut « reculer la date du déluge

(1) CONTROVERSE, sept. 1886, pp. 96-97, réponse à notre article de juillet.

(2) Pour n'avoir pas à répéter ce que nous avons écrit ailleurs, on nous permettra de renvoyer à notre article sur *La chronologie et les généalogies de la Bible*, dans la CONTROVERSE, juillet 1886, pp. 367-374; voir aussi l'article déjà cité du R. P. Brucker, dans la même revue (sept. 1886). Ce dernier cite le P. Knabenbauer qui, dans la revue des jésuites allemands, *Stimmen aus Maria-Laach* (t. VI, p. 370), aurait professé la même opinion. A notre avis, le P. Knabenbauer a le tort d'appuyer son hypothèse sur l'absence de Caïnan dans les textes autres que ceux des Septante. Ce Caïnan est très problématique; et le R. P. Brucker tient à faire observer que, pour lui, il s'abstient d'invoquer cet argument. Et cependant le " P. Knabenbauer appuie *principalement* sur ce fait son hypothèse des lacunes dans les généalogies patriarcales. " (CONTROVERSE, sept., p. 99.) — De son côté, le P. Corluy ne peut se résoudre à souscrire au système chronologique du R. P. Brucker. " Cette théorie, écrit-il, nous apparaît toujours comme un *deus ex machina* inventé pour sortir d'un pas difficile; " pas difficile, ajouterons-nous, d'où nous retire sans grand effort la théorie de la non-universalité ethnologique du déluge. (*Science catholique*, déc. 1886, p. 65.)

beaucoup au delà de l'époque fournie par une interprétation étroite des données chronologiques de la Bible (1). » Citons encore quelques-unes de ces affirmations gratuites et très intéressées : « On peut douter que l'intervalle entre la création de l'homme et le déluge ait été très long, nous l'avons déjà dit, et il est probable que *le chiffre minimum d'environ 1600 ans*, que fournit le texte hébreu, *n'est guère inférieur à la réalité* (2). » « Nous sommes donc *libres d'ajouter à la date vulgaire du déluge autant de siècles* que des raisons scientifiques et sérieuses pourront l'exiger (3). »

Il faudrait être bien aveugle pour ne pas reconnaître l'arbitraire de cette théorie chronologique. N'est-ce pas la réapparition des deux poids et deux mesures?

Mais pourquoi tendre plutôt à raccourcir la chronologie antédiluvienne, alors qu'on allonge avec excès la chronologie postdiluvienne? Ne l'a-t-on pas deviné? Si l'on assigne un temps plus considérable que ne le marque la Bible, entre la création de l'homme et le déluge, il devient incontestable qu'à l'époque du cataclysme l'humanité était répandue sur toute la surface de la terre. Or, c'est là ce que le R. P. Brucker ne peut admettre, sans voir crouler son hypothèse d'un déluge restreint à une partie de la terre, partie occupée par l'humanité entière. Loin d'augmenter le temps, il le diminuerait plutôt. Ne l'a-t-il pas fait en proposant pour cette période le chiffre si restreint du texte hébreu, 1656 ans; alors que généralement on recourt aux dates des Septante qui donnent pour le cas 2242 ans? Mais c'est tout différent pour la période postdiluvienne; il faut que le R. P. Brucker en augmente la chronologie pour laisser, entre le déluge et Abraham, le temps à la nouvelle humanité de former ses différents

(1) Art. d'octobre, p. 453.
(2) Ibid., p. 461.
(3) Ibid., p. 453.

types ethnologiques et linguistiques. C'est encore, croit-il à faux, un moyen de faire échec à la non-universalité du déluge.

Mais, chose étrange, avec le R. P. Brucker on arrive à des résultats diamétralement opposés à ceux que nous donnent les diverses chronologies bibliques (1). Qu'on prenne les chiffres si différents du texte hébreu (Vulgate), de la version des Septante et du texte samaritain, et on constatera que tous donnent une somme plus considérable pour la période antédiluvienne que pour la période post-diluvienne.

	D'ADAM AU DÉLUGE.	DU DÉLUGE A LA VOCATION D'ABRAHAM.
Hébreu et Vulgate :	1656	367
Septante :	2242	1147
Samaritain :	1307	1017.

Au contraire, le procédé du R. P. Brucker rend la chronologie postdiluvienne plus forte que la chronologie antédiluvienne. C'est un point bon à noter.

Mais, dit-on, la science proclame l'apparition de l'homme sur la terre bien plus ancienne que ne le disent les chronologies bibliques. Celles-ci sont donc défectueuses.

En suivant la chronologie des Septante, on attribue à l'homme une antiquité d'environ 8000 ans. La science demande-t-elle davantage? Sans doute, il est des préhistoriens qui réclament des centaines de mille années ; mais on en revient de ces excès. M. l'abbé Hamard, dans ses

(1) Nous déclarons une fois pour toutes que nous admettons la liberté complète de l'exégète dans ces questions de chronologie. Le jour où il sera évident que la science exige plus de temps que n'en donnent les chronologies bibliques, nous serons des premiers à chercher une explication de ce désaccord peu important au point de vue dogmatique ; mais d'ici là nous tenons à nous contenter de ce qui suffit.

savantes études sur *L'archéologie préhistorique et l'antiquité de l'homme* (1) demande, au nom de la science, qu'on réduise la durée des temps préhistoriques. « Qu'il faille s'en tenir de préférence à la chronologie des Septante, notablement plus large que celle du texte hébreu, nous en sommes convaincu — écrivait-il dans le même recueil qui contenait la théorie du R. P. Brucker sur la chronologie (2) — mais nous ne voyons aucun motif de dépasser les huit ou dix mille ans que nous accorde, au *maximum*, cette chronologie (3). »

Serait-ce l'histoire profane qui protesterait contre la date des Septante? M. Vigouroux, si bien renseigné sur les découvertes modernes, écrivait récemment, dans une étude sur la question, que jusqu'ici pour la Babylonie « il n'existe aucune preuve positive et rigoureuse que les chiffres de la version grecque ne suffisent pas. L'histoire de l'Inde, et même celle de la Chine, dans ses parties authentiques, peuvent s'encadrer sans trop de peine dans les siècles admis par les Pères grecs et latins. Quant à l'Égypte, la haute antiquité de Ménès est loin d'être démontrée, et de nombreuses raisons tendent à en abaisser la date (4). »

(1) CONTROVERSE, août-novembre 1886. Voir également : *L'âge de la pierre et l'homme primitif*, par l'abbé Hamard, de l'Oratoire de Rennes (Paris, Haton 1883) ; Carl Güttler, *Naturforschung und Bibel*, Fribourg 1877, compte rendu dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. VIII, pp. 255-257. — On n'accorde plus autant de siècles pour la formation des récifs coralliens, et on abandonne les millions d'années autrefois jugés nécessaires pour la formation de la houille. Voir à ce sujet les travaux de M. de Lapparent, publiés dans la REVUE SCIENTIFIQUE (2 mai 1885), la REVUE DES QUEST. SCIENTIF. (1885), le CORRESPONDANT (10 avril 1886), et surtout son *Traité de géologie* (2e édit., 1885). Ces travaux ont été résumés par M. Hamard, dans son *Bulletin scientifique* de la CONTROVERSE (nov. 1886, pp. 430-438) et en brochure chez Haton, Paris, sous le titre : *Les sciences et l'apologétique chrétienne en 1886.*

(2) CONTROVERSE, mars 1886, p. 519.

(3) M. Horatio Hale trouve ces huit ou dix mille ans bien suffisants, dans son travail sur *La pluralité des langues et l'ancienneté de l'homme*, inséré au XXXVe volume de l'Association américaine pour l'avancement des sciences (1886). Voir le compte rendu qu'en donne M. Abel Hovelacque dans la revue *L'Homme*, 25 sept. 1886, pp. 545-555.

(4) Vigouroux, *La chronologie des temps primitifs, d'après la Bible et les sources profanes*, REVUE DES QUEST. SCIENTIF., octobre 1886, p. 406.

D'après ces témoignages, il ressort que le R. P. Brucker n'est pas en droit d'allonger la chronologie biblique. L'hypothèse de la non-universalité du déluge est donc jusqu'ici le seul moyen qui s'offre avec quelque garantie pour faire gagner le temps nécessaire à la diversification des langues.

Mais voici une objection très spécieuse. Les Égyptiens, dit-on, sont donnés comme descendants de Cham, fils de Noé ; or, l'Ancien Empire égyptien remonte « à 500 ans au moins au delà de la date la plus haute qu'on puisse assigner au déluge d'après les chronologies dites bibliques. » Comment les non-universalistes se tireront-ils de la difficulté (1) ?

Répondons d'abord que, comme nous l'avons déjà dit, l'hypothèse de la non-universalité du déluge n'est pas inconciliable avec une augmentation de la chronologie reconnue évidemment nécessaire. Mais, sur la question égyptienne, il y a bien d'autres difficultés à résoudre : absence de tradition du déluge (2); langue formant une famille à part (3), plus analogue au chinois (4) qu'aux langues sémitiques ; difficultés sur l'origine, etc... Et n'entendions-nous pas, il n'y a qu'un instant, l'abbé Vigouroux dire : « La haute antiquité de Ménès est loin d'être démontrée, et de nombreuses raisons tendent à en abaisser la date » ?

Mais, n'a-t-on pas le droit de se le demander, à l'époque de Ménès les descendants de Cham étaient-ils arrivés en Égypte ? La vieille civilisation égyptienne est-elle le fait de ces races postdiluviennes ? Celles-ci ne l'ont-elles pas

(1) Brucker, art. d'oct., pp. 453-454.

(2) La substitution du massacre à la noyade nous paraît bien douteuse ; car elle demande un changement complet sur le point principal. — Les prêtres égyptiens disaient que la vallée du Nil a été préservée du déluge. Diod. Sic., I, 10; Cf. Lenormant, *Origines de l'histoire*, t. I, p. 445.

(3) Lenormant, *Histoire ancienne de l'Orient*, 9e édit., t. I, p. 277 ; Ern. Renan, *Histoire des langues sémitiques*, 3e édit., p. 87 ; Revillout, *Cours de langue démotique, Discours d'ouverture de l'École du Louvre*, 1883, p. 4.

(4) Renan, *op. cit.*, pp. 87-88.

trouvée solidement fondée, et ne se sont-elles pas simplement et discrètement mêlées à ces constructeurs de grandioses monuments, plus matérialistes et plus industriels que les Sémites (1)? Ces idées soulèveront peut-être des protestations, mais nous ne croyons pas qu'on puisse leur opposer un seul fait.

Quoi qu'il en soit, le système chronologique du R. P. Brucker n'est point à même de résoudre tant de difficultés de l'histoire de l'Égypte. Sachons donc, en attendant plus de lumière, être sur ces points très réservés.

En dehors de l'hypothèse de la non-universalité du déluge, une autre hypothèse s'offre pour expliquer la différenciation des langues. C'est la confusion des langues à Babel. En effet, avec le miracle, tout s'explique. M. Motais a longuement exposé la question de la célèbre Tour de Babel, dans le *Déluge biblique* (2); et les conclusions qu'il émet sont celles-ci : 1° tous les hommes n'étaient pas réunis dans les plaines de Sennaar; 2° il n'y a pas eu confusion de langues, mais confusion d'idées. L'événement de Babel n'aurait dès lors rien à voir avec la linguistique.

Le R. P. Brucker (3) combat les conclusions du savant exégète. Que les faits racontés dans la première partie du chapitre XI de la Genèse, c'est-à-dire l'histoire de l'essai de construction d'une ville et d'une tour dans les plaines de Sennaar, ne se rapportent qu'à une fraction de l'humanité, il ne veut pas en discuter la possibilité. « En tout cas, se contente-t-il de dire, l'interprétation dans le sens universel reste probable. »

Il semble, à notre avis, que les nombreux arguments apportés non seulement par M. Motais, mais encore par

(1) Voir F. Lenormant, *Hist. anc. de l'Orient*, 9e édit., t. I, *La descendance des fils de Na'h dans la Genèse*, pp. 263-312. — Ern. Renan, *Histoire des langues sémitiques*, ch. II, passim.

(2) Pp. 238-251.

(3) Art. d'oct., p. 454.

le P. Delattre (1), Mgr de Harlez (2), M. Vigouroux (3), qui ne sont que les échos de l'opinion émise par des commentateurs du XVIe siècle (4), parmi lesquels le cardinal Cajétan (5), rendent la présence de tous les hommes à Babel bien problématique.

Rien que la pensée de cette foule immense voyageant de concert et s'installant dans une même contrée suffit pour en faire sentir l'impossibilité ; car, suivant la chronologie des Septante, c'est 400 ans après le déluge — bien davantage suivant le système chronologique du R. P. Brucker — qu'aurait eu lieu cette migration de tous les descendants de Noé, répartis déjà en d'innombrables tribus. La difficulté ne serait pas de leur trouver de la place dans la Babylonie, mais de les y faire venir tous sans la moindre défection dans le voyage, etc...

Et la ville (6)? Si tous les descendants de Noé étaient à Sennaar, dit le cardinal Cajétan, *fuissent valde stulti, cogitando et dicendo : ædificemus nobis civitatem.* Ce n'est pas une ville qu'il leur eût fallu, mais une quantité de villes. Supposez une seule race à Babel, celle de Sem, par exemple; vous diminuez la foule des deux tiers, et tout se comprend. Ces arguments contre la présence de *tous* les Noachides à la construction de la fameuse tour ont frappé M. Joseph Halévy. Dans la *Revue des études juives*, où il publie ses remarquables et intéressantes *Recherches bibliques*, le savant orientaliste déclarait récem-

(1) *Le plan de la Genèse*, REVUE DES QUESTIONS HISTORIQUES, juillet 1876, p. 33.

(2) *La linguistique et la Bible*, CONTROVERSE, 1er juin 1883, p. 547 ; voir aussi dans la même revue, 1er juillet 1883, un article de M. Motais : *Réponse à trois questions*, p. 93.

(3) *Manuel biblique*. 5e édit., t. I, n° 337.

(4) Bonfrère, *in Genesim*, cap. XI : " Sed quinam profecti ? Omnesne qui tum erant homines ? *Negant aliqui*, verisimilius, omnes... „

(5) *In Genesim*, cap. XI : " Non intelligas universum genus humanum profectum fuisse ab Oriente, et ivisse in regionem Sinhar... „

(6) " Ce point seul, dit M. J. Halévy, suffirait déjà pour démontrer que l'auteur n'avait pas songé à faire séjourner les Japhétites et les Chamites sur la plaine de Sennaar. „ REVUE DES ÉTUDES JUIVES, sept. 1886, p. 28, n. 2.

ment *(septembre* 1886) que le chapitre VI, 1-9, a été « méconnu par presque tous les commentateurs, lesquels, se faisant l'écho de l'exégèse ancienne, attribuent à l'auteur l'idée que tout le genre humain (1) a participé à la construction de la Tour de Babel et à la confusion des langues qui s'ensuivit » (2). Il reconnaît que les « Sémites seuls » sont les constructeurs de la ville; le nom de Phaleg l'indique, le jeu de mots *schêm schâmaïm* le proclame. En un mot, M. J. Halévy apporte, pour montrer les seuls Sémites réunis dans les plaines de la Babylonie, les arguments mêmes développés dans le *Déluge biblique*. Il n'est pas jusqu'au jeu de mots, qui ne lui était pas inconnu (3), dans lequel il ne reconnaisse avec M. Motais le cri des Sémites (4).

Quelles raisons apporte le contradicteur de M. Motais, pour se refuser à croire à la présence des seuls Sémites à Babel? Voici la principale. C'est que l'interprétation dans le sens universel est « seule en harmonie avec la place qu'occupe ce récit dans l'histoire primitive du *genre humain* et avec le lien bien sensible qui le rattache au *Tableau des peuples* du chapitre précédent. » Nous avons déjà montré, dans la première partie de ce travail, que, d'après le plan de la Genèse, il ne s'agit plus, à partir du chapitre V, de l'histoire du « genre humain », mais de l'histoire des ancêtres du peuple hébreu. L'élimination des lignes collatérales que nous avions notée dès le principe se retrouve ici. Après l'histoire longuement développée du patriarche Noé, paraît la liste de ses descendants développée davantage pour Cham et Japhet qui vont être éliminés (5); de même qu'après l'histoire longuement tracée d'Adam, on

(1) L'expression *Côl haaretz (toute la terre)* du verset 1 ne doit pas égarer, car elle est aussi élastique que notre " tout le monde „. Halévy, *Revue des études juives*, n° 25 (septembre 1886), p. 27.

(2) *Ibid.*, p. 26.

(3) Cf. *Revue critique d'histoire et de littérature*, 15 oct. 1883, p. 292.

(4) *Revue des études juives*, sept. 1886, pp. 26-32.

(5) Cf. Halévy, *Revue des études juives*, p. 27.

nomme ses descendants en développant spécialement la généalogie de Caïn qui doit être éliminée. On reprend ensuite la ligne choisie qui conduit directement dans le premier cas à Noé, et dans le second cas à Abraham.

Quant au lien qui rattache les premiers versets du chapitre XI au Tableau des peuples noachides, il est bien plus sensible dans notre hypothèse. Si l'événement de Babel se rapportait à la dispersion de tous les descendants de Noé, ce récit ne serait pas à sa place ; car, *après* avoir montré les peuples se dispersant, il convenait d'indiquer les contrées où chacun se retira ; or il n'en est pas dit mot *avant*, au chapitre X. En assignant cette dispersion aux Sémites, on a cette indication après l'événement pour la ligne choisie, dont on fait l'histoire et qui resta dans la Chaldée, d'où sort, en effet, plus tard Abraham.

« C'est, dit M. Motais, une transition admirablement choisie entre l'histoire générale des Noachides qui vient de finir avec le chapitre X, et l'histoire particulière des Sémites, ligne héritière, qui va commencer au chapitre XI (1). »

S'il y eût eu confusion de langues, ce n'eût dès lors été que parmi la race de Seth. Ce qui n'avancerait pas la question de spécification des langues en général.

Mais y a-t-il eu à Babel une « confusion de langues » ?

Dans les passages suivants du chapitre XI que nous traduisons de l'hébreu :

La terre n'avait qu'une seule LÈVRE *(sâphâh)*....
Là fut brouillée la LÈVRE *(sâphâh)*.....,

M. Motais ne veut pas donner au mot hébreu *sâphâh* (lèvre) le sens de *langue, dialecte,* mais celui de *sentiment, idée, doctrine;* et il prétend même que, pas une fois dans la Bible, ce mot *sâphâh* n'a la signification de « langue ».

(1) *Le Déluge biblique,* p. 245. — M. J. Halévy s'exprime dans les mêmes termes. « Ce récit, qui ne concerne que les Sémites seuls, fournit ainsi une belle transition pour arriver à la généalogie d'Éber et à la famille de Taré. » *Revue des études juives,* septembre 1886, p. 28.

Le R. P. Brucker trouve cette assertion si inconcevable que, sans daigner même l'examiner, il renvoie le lecteur au dictionnaire de Gesenius.

Eh bien, que dit Gesenius? Qu'en effet le mot *sâphâh* signifie quelquefois *langue, dialecte;* et, comme exemple, il cite *trois* textes en plus de celui que nous examinons : Isaïe XIX, 18; Isaïe XXXIII, 19; Ézéchiel, III, 5, 6. N'indiquer que **3** passages où le mot *sâphâh* signifierait « langue », alors que ce mot est employé **176** fois (1) dans l'Ancien Testament, ce n'est certes pas un excès ; aussi pensons-nous que ces **3** textes ont été choisis parmi les indiscutables. Si nous arrivions à prouver que, dans le chapitre XIX, v. 18 d'Isaïe, le mot *sâphâh* ne signifie pas « langue », nous sommes persuadé que les hébraïsants nous accorderont les autres passages indiqués.

Voici ce texte traduit mot à mot de l'hébreu :

En ce jour-là, il y aura cinq villes dans la terre d'Égypte disant la LÈVRE *(sâphâh)* de Chanaan et jurant par Jéhovah.

Le plus généralement on traduit comme ceci :

Il y aura cinq villes qui parleront la LANGUE de Chanaan.

Fait grave! c'est sur ce texte que la majorité des auteurs s'appuient pour prétendre que la langue parlée par les Hébreux a été empruntée par Abraham aux habitants du pays de Chanaan. Mais si on leur demande sur quelles autres raisons on peut appuyer cette assertion, ils restent muets. Bien mieux, ils avouent ne pas connaître un seul monument littéraire de *langue chananéenne;* ils se trouvent fort étonnés d'entendre les Chananéens, fils de Cham, parler une langue sémitique, et comme conséquence ils se lancent dans toute sorte d'hypothèses (2). Et

(1) On pourra s'en rendre compte en consultant la *Concordance hébraïque et chaldaïque,* de Furst. — Nous ne pourrons que discuter rapidement le sens de quelques versets; une étude complète sur ce point demanderait de longs développements.

(2) F. Lenormant, *Histoire ancienne de l'Orient,* 9e édit., t. I, pp. 274, 374. — Munk, *Palestine,* pp. 86-88. — Renan, *Histoire des langues sémitiques,* 3e édit., pp. 111-113. — Preiswerk, *Grammaire hébraïque,* 3e édit., *Introduction,* p. VIII. — Reuss, *L'Histoire sainte et la Loi,* t. I, p. 333.

tout cela, parce que pour eux Isaïe aurait dit que la langue des Hébreux était la *langue de Chanaan*. Est-il bien vrai que le prophète l'ait dit ?

Mais M. Reuss soulève une autre difficulté (1). Il demande la suppression de cette phrase comme apocryphe. Pourquoi ? Parce que « d'abord elle ne cadre pas avec ce qui suit, où il est question d'*une conversion* de toute (?) l'Égypte ;..... ensuite ce serait une singulière prédiction de dire que *les Égyptiens parleraient l'hébreu.* »

Mais, puisqu'il s'agit de « une conversion » de quelques villes d'Égypte, si, au lieu de faire parler aux Égyptiens la *langue* de Chanaan, on leur faisait *célébrer* (2) *la doctrine* de Chanaan, c'est-à-dire la doctrine de Jéhovah pratiquée par les Israélites habitants de Chanaan, la terre des promesses et des bénédictions — ne serait-ce pas plus naturel ?

Le contexte (3) demande même cette interprétation, qui par ailleurs est de nature à résoudre bien des problèmes.

Les autres passages de Gesenius s'interprètent de même, chacun peut s'en convaincre (4).

Dès lors, dans le chapitre XI de la Genèse, on ne peut

(1) Ed. Reuss, *La Bible : Les prophètes*, t. I, p. 302, note 14.

(2) Ce sens est donné au mot *dabar* par Gesenius, *Thesaurus*.

(3) " Il y aura un *autel* à Jéhovah au milieu de l'Égypte... Jéhovah sera connu des Égyptiens, qui lui feront des *sacrifices* et des *vœux*. „ — Rosenmüller, *Scholia in Vet. Test.*, rapproche ce passage de *Sophonie*, III, 9 : " Alors je tournerai vers les peuples la *lèvre* (sâphâh) *pure*, pour qu'ils invoquent tous par le nom de Jéhovah et qu'ils se soumettent à son joug. „ Évidemment ici, par " lèvre pure „, il faut entendre la *doctrine pure*, sainte.

D'après l'examen des 176 versets où se trouve le mot *sâphâh*, il résulte que SAPHAH signifie :

I. LÈVRE : 1° instrument de la parole, voix ; 2° *discours, doctrine, idée, sentiment :* v. g. lèvre perverse, insensée, menteuse, grave, sage, etc., ce qui exprime manifestement des *doctrines*, des *sentiments* pervers, insensés, etc...

II. BORD : bord de la mer, d'un vase...

(4) Dans *Isaïe*, XXXIII, 19, le prophète, annonçant la destruction du peuple oppresseur d'Israël, s'exprime ainsi : " Tu ne verras plus ce peuple impudent, tu n'entendras plus ce peuple dont la *lèvre* (sâphâh) épaisse balbutie une *langue* (lâschôn) inintelligible. „ La différence entre *sâphâh* et le mot qui signifie *langue, idiome* est ici bien marquée. Pour les Hébreux, les peuples étrangers balbutient ; balbutiement qu'ils attribuent à l'*épaisseur des lèvres*. Le mot

refuser de donner au mot *sâphâh* le sens de *sentiments, idées*, à moins d'admettre une seule exception sur 176 cas. Ce qui n'est pas admissible. D'ailleurs, lorsqu'on jette les yeux sur le chapitre de la Table généalogique qui précède immédiatement celui de la Tour de Babel, on remarque que, par trois fois, il y est parlé de *langues* ou *idiomes* (ch. x, 5, 20, 31). Est-ce le mot *sâphâh* qui y est employé? Nullement, c'est le mot *lâschôn* (1).

Il serait étrange qu'à quelques lignes de distance on se servît d'expressions différentes pour signifier absolument la même chose (2).

Il y avait donc entre les hommes venus dans les plaines de Sennaar un accord complet de *sentiments*, d'*idées* qu'ils exprimaient de la même manière (v. 1). Jéhovah voulant empêcher ce peuple, à *idées* si concordantes, de consommer son entreprise (v. 6), dit : « Allons et brouillons là leurs *idées* afin que chacun n'écoute plus, n'entende plus (3) les *idées* de son voisin (v. 7). » Dieu jetait ainsi le dissen-

" lèvre „ (sâphâh) désigne donc l'organe matériel. Il en est de même pour *Isaïe*, XXVIII, 11 et pour *Ézéchiel*, III, 5, 6.

On a cité aussi, contre l'interprétation de M. Motais, le v. 6 du psaume LXXX (hébreu LXXXI), dont voici la vraie traduction selon nous : " J'entends une *voix* (lèvre, sâphâh) inconnue qui dit : J'ai brisé le joug... „ Si ici *sâphâh* veut dire *langue, idiome*, on se demande comment le psalmiste a pu comprendre des paroles prononcées dans une *langue* qu'il déclare lui être inconnue !

(1) Le mot *lâschôn* se rencontre 116 fois dans l'Ancien Testament. Dans 16 versets, il a le sens de *langue, idiome, dialecte.*

(2) M. J. Halévy *(Revue des études juives*, sept. 1886, page 28) qui, comme la plupart des auteurs, donne à *sâphâh* le sens de *langue*, est visiblement déconcerté devant cette différence d'expression dans deux chapitres qu'il déclare être l'œuvre de la même main. Pour expliquer cette différence, il se contente de dire que l'emploi de *sâphâh* était inévitable parce que *Bll lschôn* est impossible en hébreu. „ Pourquoi ? serait-ce à cause des trois *l* qui se suivent ? Mais le savant orientaliste peut se convaincre que pas une seule fois ce rapprochement ne devait avoir lieu. Ainsi au v. 7 et au v. 9, qu'on mette *lâschôn* au lieu de *sâphâh*, on n'a pas le rapprochement qui aurait pu rendre impossible (?) cette expression.

(3) " Il est à remarquer, dit Mgr de Harlez, qu'il n'est point dit que les hommes ne se comprirent plus, mais " qu'*ils n'entendirent ou n'écoutèrent plus la voix de leurs compagnons* „. C'est ce que les Septante rendent avec soin et exactitude par " ἵνα μὴ ἀκούσωσι τὴν φωνὴν ; ut non audiant vocem „. *La linguistique et la Bible*, CONTROVERSE, juin 1883, p. 580.

timent, la discorde parmi ces hommes, et par suite les forçait à se disperser (1).

S'il n'y eut pas à Babel une confusion de langue, mais simplement une *confusion d'idées* (2), on ne peut rien tirer de cet épisode pour expliquer la spécification des langues.

Il semble donc que jusqu'ici l'hypothèse de la *non-universalité* du déluge est le seul système probable pouvant rendre compte de cette spécification.

Nous reviendrons sur la linguistique (3) dans le paragraphe suivant à l'occasion de l'ethnologie.

(1) M. J. Halévy *(loc. cit.*, pp. 21-22) constatant que, dans le chapitre x, des *dispersions* sont indiquées à deux reprises et qu'on a employé des mots différents pour les exprimer, les verbes passifs *niphrad* (v. 5) et *nâphats* (v. 18), donne la différence de sens entre ces deux verbes.

" *Niphrad,* dit-il, marque une *séparation lente et paisible,* tandis que *nâphats* exprime l'idée d'une *dispersion involontaire et subite,* résultant d'une action extérieure. Dans la phrase *(ensuite se dispersèrent* NAPHETSU *les familles chananéennes,* v. 18), l'auteur veut dire que, *par suite de dissensions politiques,* plusieurs familles chananéennes ont été morcelées et se sont déplacées du sud au nord et du nord au sud, loin de leur demeure primitive ". Or, dans le récit de la Tour de Babel, c'est précisément ce verbe *nâphats* qui est employé pour exprimer la dispersion des constructeurs. Il s'agit donc bien d'une dispersion involontaire et subite, venant à la suite de dissensions politiques.

(2) Le récit de la construction de la Tour de Babel, expliqué après une étude sérieuse du texte, comme nous croyons l'avoir fait, montre le non-fondé des prétentions de M. Reuss. L'école rationaliste dont il est un des chefs, veut voir partout dans la Bible des morceaux à double emploi. M. Reuss est souvent malheureux dans les exemples qu'il apporte. Voici ce qu'il écrit sur l'épisode de Babel : " Nous avons déjà eu l'occasion de dire que ce morceau *jéhoviste* (de la Tour de Babel) fait en quelque sorte *double emploi* avec le morceau *élohiste* (Tableau des peuples, ch. x) qui précède et qui est également destiné à rendre compte, à sa manière, de la diversité des peuples et de leurs langues. Notre auteur suppose l'humanité encore réunie bien longtemps après le déluge, et son récit ne peut se combiner en aucune façon avec celui après lequel il se trouve intercalé. " *(La Bible : L'histoire sainte et la loi,* t. I, pp. 336-337.) On voit à quelles difficultés on échappe avec le plan de la Genèse qui explique admirablement bien la présence légitime des premiers versets du chapitre xi, et avec la traduction exacte du mot *sâphâh* par *idées* et non par *langues.* On voit en même temps que le système rationaliste ne gagne pas à être examiné de trop près.

(3) Le R. P. Brucker dit (p. 456) que le monosyllabisme des racines et le passage primitif des langues flexionnelles par les deux autres états sont choses contestées. Cette assertion nous semble en partie inexacte. Le monosyllabisme des racines est contesté, il est vrai ; mais ce qui ne l'est pas, c'est la triple phase par lesquelles ont passé les langues flexionnelles. On ne met pas

VI

LE DÉLUGE ET L'ETHNOLOGIE.

La question que nous abordons est grave : grave surtout si, avec le R. P. Brucker, il faut admettre un déluge ethnographiquement universel, c'est-à-dire un déluge dans lequel toutes les races existantes auraient péri à l'exception de la seule famille de Noé. Il nous semble qu'il faudrait alors rompre complètement avec la science.

En effet, on rapporte généralement les races humaines à trois types élémentaires : race nègre ou éthiopique, jaune ou mongolique, blanche ou caucasique. Or, depuis le déluge jusqu'au temps où l'on voit ces types formés, c'est-à-dire bien avant Abraham (1), il serait absolument impossible de trouver le temps exigé pour cette différenciation profonde.

C'est vrai, répond le R. P. Brucker, mais « il nous est loisible d'ajouter à la date vulgaire du déluge autant de siècles que l'anthropologie peut en réclamer pour les résultats à expliquer (2). » Eh bien! concédons cela, pour un moment. Ajoutons *dix siècles* aux 1147 ans donnés par la version grecque depuis le déluge jusqu'à Abraham. L'anthropologie se contentera-t-elle de 2147 ans? Nous ne le croyons pas.

Écoutons les polygénistes nous dire que le laps de temps de la création aux temps historiques « est insuffisant, que, *dans les conditions actuelles* et sous nos yeux, les types sont permanents et, par conséquent, qu'ils ont

en doute le passage de celles-ci par une étape où les racines existaient à l'état libre et indépendant des formes flexionnelles. C'est ce que dit Delbrück dans son *Introduction à l'étude du langage* (2e édit. allemande, p. 76), ouvrage dont le R. P. Brucker lui-même invoque l'autorité. Cf. Hovelacque, *La Linguistique*, pp. 38-39.

(1) Du déluge à la vocation de ce patriarche, il y a, d'après les Septante, 1147 ans.

(2) Art. d'octobre, p. 460.

dû être multiples dans le passé (1). » Trois mille ans ne leur suffisent pas; aussi préfèrent-ils croire que les divers types humains ne descendent pas d'un même couple.

Tout en repoussant cette théorie pour adhérer à la théorie monogéniste, défendue de nouveau par M. de Quatrefages, l'illustre professeur du Muséum (2), nous reconnaissons que les difficultés sont grandes.

Sur quoi les polygénistes appuient-ils leurs prétentions? Sur la permanence des types. Bien entendu, il ne peut s'agir ici de l'influence du croisement, mais simplement de l'influence des milieux et de l'hérédité. « Les actions de milieu ont seules pu donner naissance aux premières races humaines (3); » aussi, pour que les comparaisons soient légitimes, doit-on rechercher ce que cette seule influence peut produire.

Le R. P. Brucker met en avant M. de Quatrefages pour proclamer que « ce qui est démontré par les recherches des anthropologistes et des ethnologistes, c'est que les types humains, même fixés depuis des centaines, depuis des milliers d'années, même « protégés par toutes les res- « sources d'une civilisation avancée », qui leur permettent de résister à beaucoup de causes modificatrices, n'en restent pas moins aptes à subir l'action des milieux nouveaux, et les subissent inévitablement dans une mesure très sensible (4). »

Rien de plus vrai. Mais l'éminent professeur du Muséum n'entend pas par là que le type physique change tellement que le nègre pur devienne un vrai blanc, ou le blanc pur un vrai nègre. C'est ce qui ressort des lignes suivantes

(1) Dr P. Topinard, *L'Anthropologie*, p. 544, dans la BIBLIOTHÈQUE DES SCIENCES CONTEMPORAINES.

(2) *Introduction à l'étude des races humaines*, t. I, *Questions générales*, Paris, A. Hennuyer, 1887. Le savant membre de l'Institut a développé dans cet ouvrage la thèse monogéniste et la thèse antitransformiste qu'il a déjà soutenues dans ses ouvrages sur *L'espèce humaine* et *L'unité de l'espèce humaine*.

(3) Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines*, t. I, p. 172.

(4) Art. d'oct., p. 461.

empruntées à l'ouvrage invoqué par le R. P. Brucker. Il s'agit des blancs et des nègres immigrés en Amérique. M. Reclus et l'abbé Brasseur de Bourbourg, frappés des modifications survenues chez ces deux races, avaient supposé qu'au bout d'un certain temps tous les descendants de ces blancs et de ces nègres seraient transformés en Peaux-Rouges. M. de Quatrefages combat cette exagération (1). « Que le nègre et le blanc remplacent quelques-uns de leurs traits, de leurs caractères, par des traits, par des caractères analogues à ceux des indigènes, il n'y a là rien que de fort naturel. Soumis à l'action du milieu qui a façonné les races locales, ils ne peuvent qu'en subir l'empreinte dans une certaine mesure. Mais ils ne se confondront pour cela ni avec elles, ni entre eux, pas plus que le blanc transporté en Afrique ne deviendra jamais un vrai nègre, pas plus que les descendants européens d'un nègre ne seront jamais de vrais blancs. » Et dans son nouvel ouvrage : « Ni le blanc, ni le nègre ne se transformeront définitivement en véritable Peau-Rouge ou en Guarani (2). »

Cette absence de modifications essentielles dans les races sous la seule influence du milieu, depuis le commencement des temps historiques, est un fait constaté en anthropologie et en ethnologie (3). « Partout où se rencontrent des Arabes, des Juifs, leur type est le même, tel que nous le font connaître les monuments égyptiens. A Leyde, le Juif est plus clair ; à Alger, d'un ton jaunâtre, dit-on ; aux Indes, foncé *(dark)*. Dans ce dernier cas surtout, l'expérience est décisive; il existe à Cochin, sur la côte de Malabar : 1° des Juifs noirs, ce sont des indigènes

(1) *L'Espèce humaine*, 4e édit. (1878) p. 191 ; *Unité de l'espèce humaine*, 1861, pp. 353-354.

(2) Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines*, t. I, p. 170.

(3) Cf. A. de Gobineau, *Essai sur l'inégalité de races humaines*, t. I, pp. 202-206; Dr Topinard, *L'Anthropologie*, pp. 409-414 ; Hovelacque et G. Hervé, *Précis d'anthropologie*, 1887, pp. 193-198; Dr Gustave Le Bon, *Les civilisations de l'Inde*, Paris Didot 1887, p. 71.

convertis; 2° des Juifs blancs, venus à l'époque de la destruction de Jérusalem et dont on retrace l'histoire pour le moins jusqu'à dix siècles en arrière; or, ils sont restés blancs, ou mieux, bruns à cause du climat et par rapport à nous, mais blancs par rapport aux populations environnantes; leurs enfants naissent blancs; leurs femmes, lorsqu'elles n'affrontent pas les rayons du soleil, restent blanches (1). » « L'histoire est là, écrit de son côté un éminent ethnographe belge, pour attester la persistance des types anthropologiques depuis quatre et même depuis cinq mille ans (2). » En remontant plus haut, nous rencontrons l'inconnu; nous ne pouvons dès lors que répéter avec M. de Quatrefages : « L'origine des grandes races humaines, la blanche, la jaune et la noire, se perd absolument dans la nuit des temps antéhistoriques (3). »

Les libéralités chronologiques du R. P. Brucker ne seront pas assez grandes même pour satisfaire Ch. Darwin, qui est fort embarrassé pour expliquer l'évolution en face de la permanence des types. « Ainsi que l'a montré Darwin lui-même (4), écrit un transformiste ardent, les influences des milieux, telles que les climats, l'alimentation, le genre de vie, sont en effet complètement impuissantes à expliquer les caractères distinctifs des races humaines, en admettant même que ces conditions soient restées semblables pendant une *énorme période*(5). »

Ce n'est donc pas aux siècles accumulés, pas plus qu'aux conditions atmosphériques actuelles qu'il faut

(1) Dr Topinard, *L'Anthropologie*, p. 413. — A. de Gobineau, *op. cit.*, t. I, pp. 205-207, apporte également comme exemple les Arabes et les Juifs. L'exemple de ces derniers est surtout précieux, car les Juifs se trouvent sous toutes les latitudes et ne s'allient généralement qu'entre eux. Or partout le visage juif " a conservé, dans ses traits principaux et vraiment caractéristiques, l'aspect qu'on lui voit sur les peintures égyptiennes exécutées il y a trois ou quatre mille ans ou plus. „

(2) J. Van den Gheyn, S. J., *Origines Ariacæ*, dans la Revue des quest. scientif., avril 1884.

(3) *Unité de l'espèce humaine*, pp. 213-214.

(4) *La descendance de l'homme*, t. I, ch. vii (trad. Barbier, 2e édit.).

(5) Hovelacque et G. Hervé, *Précis d'anthropologie* (1887), p. 193.

demander les raisons des différences essentielles qui distinguent les types humains.

Il fut un temps où certainement les climats eurent une plus grande influence. « Les variations de milieux et de condition de vie sont très faibles aujourd'hui relativement à ce qu'elles ont dû être à certains moments de l'existence du globe (1). »

« Les plus anciennes races humaines se sont donc formées, selon toute apparence, à la suite des changements qu'a subis notre globe et des premières migrations (2). »

Ainsi, ce serait dans les temps qui suivirent immédiatement la création de l'homme, que les anthropologistes et les ethnologistes partisans du monogénisme placeraient la séparation des différents types.

« Deux points ne sont pas douteux : c'est que les principales différences qui séparent les branches de notre espèce ont été fixées dans la première moitié de notre existence terrestre ; et ensuite que, pour concevoir un moment où, dans cette première moitié, ces séparations physiologiques aient pu s'effectuer, il faut remonter aux temps où l'influence des agents extérieurs a été plus active que nous ne la voyons être dans l'état ordinaire du monde, dans sa santé normale. *Cette époque ne saurait être autre que celle qui a immédiatement entouré la création*, alors qu'émue encore par les dernières catastrophes, elle était soumise sans réserve aux influences horribles de leurs derniers tressaillements (3). »

Écoutons encore cet auteur qui résume si bien la

(1) Dr Topinard, *L'Anthropologie*, p. 417.

(2) Quatrefages, *Introduction*, etc.,... p. 169.

(3) A. de Gobineau, *Essai sur l'inégalité des races humaines*, t. I, pp. 231-232. « Cuvier, écrit-il encore, affirme, dans son *Discours sur les révolutions du globe*, que l'état actuel des forces inorganiques ne pourrait, en aucune façon, déterminer des convulsions terrestres, des soulèvements, des formations semblables à celles dont la géologie constate les effets. Ce que cette nature, si terriblement douée, exerçait alors sur elle-même de modifications devenues aujourd'hui impossibles, *elle le pouvait aussi sur l'espèce humaine, et ne le peut plus désormais.* » *Ibid.*, pp. 230-231.

pensée des savants monogénistes sur cette importante matière.

Les causes de différenciation des types humains, « on peut les apercevoir dans l'énergie climatérique que possédait notre globe aux premiers temps où parut la race humaine. Il n'y a pas de doute que les conditions de force de la nature inorganique étaient alors tout autrement puissantes qu'on ne les a connues depuis, et il a pu s'accomplir, sous leur pression, des modifications ethniques devenues impossibles. Probablement aussi, *les êtres exposés à cette action redoutable s'y prêtaient beaucoup mieux que ne le pourraient les types actuels. L'homme étant nouvellement créé, présentait des formes encore incertaines* (1), peut-être même n'appartenait d'une manière bien tranchée ni à la variété blanche, ni à la noire, ni à la jaune (2). Dans ce cas les déviations qui portèrent les caractères primitifs de l'espèce vers les variétés aujourd'hui établies eurent beaucoup moins de chemin à faire que n'en aurait maintenant la race noire, par exemple, pour être ramenée au type blanc, ou la jaune pour être confondue avec la noire (3). »

De ces considérations résulte, pour la spécification des types humains, un laps de temps relativement peu considérable. Le R. P. Brucker, si prodigue lorsqu'il s'agit des temps postdiluviens, est d'une avarice extrême en siècles antédiluviens. C'est à peine s'il veut nous abandonner le chiffre minimum du texte hébreu, 1600 ans ; alors que nous avons un droit indéniable à plus de 2200

(1) C'est ce que dit M. Motais, *Déluge biblique*, p. 264. Le R. P. Brucker (art. d'oct., p. 461) répond que cette raison est " bonne tout au plus à satisfaire un darwiniste. „ Le R. P. Brucker est-il monogéniste ? Admet-il la transformation d'un premier type humain en plusieurs types ? Il y aurait donc du vrai dans cette parole rapportée par M. Hovelacque dans son récent *Précis d'anthropologie*, p. 211 : " On a dit que le monogénisme était une doctrine transformiste. „

(2) Cf. Quatrefages, *Introduction*, etc., pp. 156-157.

(3) Gobineau, *Op. cit.*, p. 235.

ans, assignés par les Septante et qui nous suffisent amplement.

L'extinction de toutes les races humaines par le déluge et leur reformation après le cataclysme sont-elles choses scientifiquement admissibles ? Aux lecteurs de juger d'après ce qui précède ! Mais l'ethnologie a encore la parole. M. de Quatrefages, après étude des divers caractères des races humaines, classe celles-ci selon leur *ordre d'apparition* ainsi qu'il suit :

1° Des *Jaunes,* 2° d'autres *Jaunes,* les *Noirs* et les *Blancs allophyles,* 3° les *Sémites,* 4° les *Aryans* (1). Cette classification n'apporte-t-elle pas un nouvel appui à la théorie que nous défendons ? D'après l'ethnologie, ce sont ceux que les exégètes appellent *Noachides,* ou fils de Noé, qui apparaissent les derniers; car par *Sémites* on entend ici les descendants de Sem et de Cham, et par *Aryans* les descendants de Japhet. N'est-ce pas ce que prétendent les partisans de la non-universalité ethnographique du déluge ? La famille de Noé, échappée à un déluge sur lequel les traditions des races *jaune* et *noire* sont muettes, serait la souche de la race blanche postdiluvienne. Celle-ci, en se répandant sur la terre, rencontra, l'histoire et l'ethnologie le disent, de vieilles races jaunes et noires auxquelles souvent elle se mêla. Au fond d'un grand nombre de peuples se trouvent en effet ces races antiques.

Ce sont des populations noires (2), peut-être rouges (3), que les Chamites, ou Protosémites, rencontrent sur les bords du Nil ; de leurs alliances résulte pour les envahisseurs un changement de couleur et peut-être de langue, si encore l'influence de cette race antédiluvienne

(1) *Introduction à l'étude des races humaines,* 1887, t. I, p. 161. M. de Quatrefages croit que le type primitif fut *jaune.*

(2) F. Lenormant, *Histoire ancienne de l'Orient,* 9e édit., t. II, p. 47. — Maspero, *Histoire ancienne des peuples de l'Orient,* 4e édit., p. 17.

(3) Hovelacque et Hervé, *Précis d'anthropologie,* pp. 423-424.

ne leur fit pas oublier la tradition du cataclysme dont leurs frères transmettront le souvenir aux quatre coins du monde.

Ce sont aussi des peuples antédiluviens, les Shouméro-Accadiens, que les Chamites et les Sémites auraient trouvés établis sur les bords du Tigre et de l'Euphrate (1).

Et lorsque les Aryans, fils de Japhet, envahissent l'Inde, ne sont-ils pas arrêtés par d'antiques occupants ? Sur les bords de l'Indus et du Gange vivaient, en effet, des races jaunes, qui depuis longtemps avaient chassé de ces lieux mêmes les habitants primitifs de race noire et les avaient refoulés dans les forêts et les montagnes du Deccan. Les blancs Aryans, dans leurs livres sacrés, nous décrivent ces populations antédiluviennes sous des traits peu flatteurs, mais significatifs. Ils les distinguent en *jaunes* et en *noirs*, et les traitent d'*esclaves*, de *démons*, de *géants*, d'hommes *méprisables*, à *tête de bœuf*, *sans nez*, etc... (2).

L'histoire ne s'accorde-t-elle pas avec l'ethnologie pour affirmer l'antiquité de certaines races, comme bien supérieure à celle des descendants de Noé ? Mais n'anticipons pas ; dans un prochain et dernier paragraphe, nous aurons à parler de ces races antédiluviennes.

La linguistique vient renforcer l'argument ethnologique. C'est en effet à la linguistique que fait surtout appel M. de Quatrefages pour la classification des types humains. Et il arrive à ce résultat remarquable, que

1° Les langues *monosyllabiques* sont parlées par une partie de la race *jaune;*

(1) Maspero, *Hist. anc. des peuples de l'Orient*, 4e édit., pp. 126-137; F. Lenormant, *Hist. anc. de l'Orient*, 9e édit., p. 308; idem, *La magie chez les Chaldéens et les origines accadiennes*, ch. VII.

(2) Mgr Laouenan, vicaire apostolique de Pondichéry, *Du brahmanisme et de ses rapports avec le judaïsme et le christianisme*, Pondichéry, 1884, t. I, pp. 88-89 (ouvrage couronné par l'Académie). *Des peuples de l'Inde ancienne et moderne*, conférence de M. Guimet, dans les MATÉRIAUX POUR L'HISTOIRE DE L'HOMME, XVIIIe année (1882), pp. 187 et suiv. Dr Gustave Le Bon, *Les Civilisations de l'Inde*, Paris 1887, pp. 78-85. Hovelacque et G. Hervé, *Précis d'anthropologie*, Paris 1887, pp. 377-378 et 552.

2° Les langues *agglutinantes*, par beaucoup de *jaunes*, tous les *nègres* et les *blancs allophyles;*

3° Les langues *flexionnelles*, par les *Aryans* et les *Sémites* (1).

Voilà encore les Aryans et les Sémites, les descendants de Noé énumérés au chapitre x de la Genèse, — que nous venons de voir séparés des autres races et par le temps et par le type — distingués des jaunes et des noirs par un langage plus perfectionné. C'est la race blanche noachique qui parle les langues à flexion.

Sans doute, le R. P. Brucker se hâte de protester. Les Égyptiens, écrit-il, faisaient partie des races blanches et cependant leur langue n'est jamais devenue une langue à flexion (2). Rien de plus vrai que cette étrange exception à la règle générale. Mais comment l'expliquer? Le champ des hypothèses est vaste, nous l'avons déjà vu. Qui empêcherait de croire, par exemple, qu'au moment de leur entrée en Égypte, ces descendants de Cham parlaient une langue plus perfectionnée; mais que, par leur contact avec les populations primitives et peut-être très civilisées de ce pays, ils aient abandonné, comme nous l'avons déjà laissé entendre, leur langue maternelle pour adopter celle des premiers possesseurs de l'Égypte? « On cite mille exemples de peuples renonçant à leur idiome pour adopter celui de l'étranger (3). » Il est vrai que « une population conquise oublie assez souvent le langage de ses pères pour celui des envahisseurs.... Parfois aussi les conquérants, se trouvant en minorité relative, sont absorbés par la race conquise et en adoptent jusqu'au langage... A plus forte raison en est-il de même pour les immigrants pacifiques (4). » Que la conquête de l'Égypte par les

(1) Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines*, t. I, p. 161.

(2) Art. d'oct., p. 462. Voir ce que nous avons dit dans le paragraphe précédent sur l'arrivée des Chamites en Égypte, arrivée qui pourrait être bien plus récente qu'on ne le croit généralement.

(3) J. Van den Gheyn, *Origines Ariacæ*, loc. cit.

(4) Quatrefages, *Introduction*, etc..., t. I, pp. 233-234 et p. 164.

Chamites ait été brutale ou pacifique, l'abandon fait par ceux-ci de leur langue maternelle est donc possible. Pour le comte A. de Gobineau cela ne fait pas de doute. « Les premiers Chamites, écrit-il, avaient apporté du nord-est un dialecte de cet idiome originellement commun aux familles blanches, dont il est encore aujourd'hui si facile de reconnaître les vestiges dans toutes les langues de nos races européennes. A mesure que les tribus immigrantes s'étaient trouvées en contact avec les multitudes noires, elles n'avaient pas pu empêcher leur langage naturel de s'altérer; et quand elles se trouvèrent alliées de plus en plus avec les noirs, elles le perdirent tout à fait. Elles l'avaient laissé envahir par des dialectes mélaniens de façon à le défigurer (1). »

Les races blanches, aryanes et sémites, peuvent donc être considérées comme parlant et parlant seules les langues à flexion; ce qui les sépare profondément des races noire et jaune, dont le langage est moins parfait. Cependant il faut bien admettre que toutes les langues ont procédé d'une seule et même langue-mère. Nous avons exposé dans un précédent paragraphe comment il est impossible d'expliquer à partir du déluge la différenciation des langues, l'événement de Babel n'y ayant en rien contribué.

Il faut donc que ce soit dès le principe que se sont opérées ces diversifications des langues, alors que se diversifiaient les types sous des climats différents. On n'admettra pas plus pour tous les hommes, au moment du déluge, un seul et même langage, qu'un seul et même type. On n'admettra pas qu'à l'époque de Noé, plus de vingt siècles après la création d'Adam, tous les hommes

(1) Gobineau, *Essai sur l'inégalité des races humaines*, t. I, p. 386.

Les Élamites, fils de Sem, ont de même adopté la langue agglutinative des premiers habitants du pays auxquels ils se sont cependant moins mélangés. F. Lenormant, *Hist. anc. de l'Orient*, 9e édit., t. I, pp. 280-281. Cf. J. Oppert, *La langue des Élamites*, dans la Revue d'Assyriologie, 1re année (1885), n° 2.

en étaient encore au langage le plus primitif, le monosyllabisme. Il faut bien croire que le patriarche et sa race étaient en possession d'une langue plus perfectionnée, qui se retrouve au lendemain du déluge chez les peuples sémites et aryans, divisée en nombreux idiomes de plus en plus supérieurs. Car toutes ces langues des peuples énumérés au chapitre x, comme fils de Sem, Cham, Japhet, toutes ces langues dites à flexion et parlées par la seule race blanche, la science philologique atteste la possibilité de leur réduction en une langue unique.

Le R. P. Brucker n'est point de cet avis : il fait observer que, « dans l'état actuel de la science », la plupart des philologues déclarent absolument irréductibles tous les grands groupes de langues des races blanches, c'est-à-dire qu'ils se déclarent incapables d'établir l'origine commune soit des idiomes sémitiques et chamitiques, tels que l'hébreu et l'égyptien (1), soit des idiomes sémitiques et aryens ou indo-européens (2). »

A cela nous répondrons, avec un auteur bien compétent dans cette question, que sans doute « dernièrement encore on donnait comme incontestable l'irréductibilité des langues sémitiques et indo-européennes. Quelques *dilettanti* sans principes pouvaient seuls parler du lien qui unit l'hébreu, le latin, l'arabe et le germanique. Aujourd'hui cette irréductibilité est fortement battue en brèche. Ce ne sont plus des linguistes amateurs, des chercheurs aventureux, qui prétendent ramener ces langues à une source commune, ce sont les savants les plus distingués et les plus compétents, les Lepsius, les Raumer, les Frédéric Müller, les Ascoli, les Frédéric Delitzsch. Cette opinion a reçu droit de bourgeoisie dans la célèbre *Revue de science comparée des langues* que dirige le docteur Kuhn

(1) Nous nous sommes expliqué ci-dessus sur la langue égyptienne.
(2) Art. d'oct., p. 463.

et qui n'ouvre point ses colonnes aux aventuriers de la science (1). »

Le R. P. Brucker est lui-même forcé de se rendre. « Nous savons, dit-il, que quelques savants très distingués sont d'une opinion contraire (à l'irréductibilité des langues flexionnelles), et nous ne nierons pas la haute valeur de leurs raisons (2). »

Si on arrive à l'unification des langues des races blanches noachiques, il en est tout autrement pour les langues des races noires et jaunes. Quoique, comme le professe Mgr de Harlez (3), il n'y ait point de doute que toutes les langues ont une origine commune, il faut cependant reconnaître que les multiples idiomes des races jaunes et noires sont jusqu'ici irréductibles entre eux et sans lien visible avec les langues des blancs.

Pourquoi cette unification plus facile des langues sémitiques et aryanes, sinon parce que celles-ci se sont séparées de leur langue-mère depuis une époque relativement peu éloignée? En mettant cette langue-mère dans la bouche de Noé, on trouve suffisamment de temps pour expliquer la production des langues flexionnelles; car, comme nous l'avons dit, la langue parlée par Noé devait déjà posséder un certain degré de perfection qu'il est actuellement difficile d'assigner.

Les races blanches se trouvent donc, par leurs langues elles-mêmes, insinuer une formation ou plutôt une reformation récente relativement à la formation des races à

(1) Mgr de Harlez, *La linguistique et la Bible*, dans la CONTROVERSE, 1er juillet 1883, pp. 59-60. Le savant linguiste renvoie aux travaux suivants : R. von Raumer, *Die Urverwandtschaft der semit. und indo-europ. Sprachen*, 1e, 2e, 3e, 4e, 5e *Fortsetzung*, etc. -- Lepsius, Ascoli, *Del nesso ario-semitico, Studi ario-semitici*. — F. Müller, Fr. Delitzsch, *Studien über indogerm. semit. Wurzelverwandtschaft*, etc. Dans le *Muséon*, janvier 1884, p. 103, M. G. de Dubor s'exprime dans le même sens.

(2) Art. d'oct., p. 464. Pourquoi après cela l'auteur raisonne-t-il donc comme si ces langues étaient reconnues irréductibles?

(3) On lira avec fruit les très remarquables articles de l'éminent auteur sur *La linguistique et la Bible*. (CONTROVERSE, juin et juillet 1883.)

langues plus primitives, des races noires et jaunes séparées les unes des autres depuis les premières migrations. Si ces dernières sortaient, comme les Sémites et les Aryens, du patriarche Noé, il n'y aurait pas plus de différences entre leurs idiomes qu'entre les divers groupes des langues à flexion : un rapport plus étroit se découvrirait entre toutes les langues humaines.

La linguistique montre, nous semble-t-il, un lien intime entre les races blanches, tandis qu'elle est impuissante à combler l'abîme qui sépare celles-ci des races noire et jaune.

En faisant ces deux races échapper au déluge qui aurait occasionné une régénération de la race blanche, on arriverait à résoudre une grande difficulté. « Si la race de Caïn a été épargnée en tout ou en partie, écrit Mgr de Harlez, on pourra rapporter à ses descendants les langues dont la nature s'éloigne le plus des idiomes à flexion, et l'on gagnera le temps nécessaire pour expliquer la formation des langues chinoise, japonaise, nègres, australiennes, américaines, etc., à côté des langues aryaques et sémitiques (1). »

La linguistique ne semble-t-elle pas répugner à entendre Noé parler la langue-mère de tous les idiomes monosyllabiques, agglutinants et flexionnels, alors que de son côté l'ethnologie ne peut se résoudre à voir dans ce patriarche le père des races blanche, jaune et noire?

VII

RACES ANTÉDILUVIENNES.

A-t-on des indices de l'existence de véritables races antédiluviennes en dehors de la famille de Noé? L'absence au chapitre x de la Genèse de certains peuples et les

(1) Controverse, juin 1883, art. cité, p. 577.

caractères spéciaux de ceux-ci d'après la Bible ont conduit M. Motais à les supposer antédiluviens et non noachiques. Parmi ces peuples il place les *Caïnites,* les *Amalécites,* les *Sodomites* et les *Géants* de la Palestine. Le R. P. Brucker (1) a entrepris de démolir un à un les arguments apportés sur ce point par l'auteur du *Déluge biblique.* Pesons les raisons pour et contre.

Voici d'abord les *Caïnites* (2). A plusieurs reprises après le déluge, la Bible parle de peuplades portant ce nom qui leur vient d'un *Caïn* (homme ou pays, c'est la question).

M. Motais demande s'il ne faut pas voir dans ces Caïnites des descendants du meurtrier d'Abel épargnés par le flot diluvien.

Mais, écrit son contradicteur « le nom de *Qaïn* ne paraît jamais dans la Bible comme nom d'un *père* de ces Qénites (Caïnites). » — Lorsqu'on voit cité à plusieurs reprises « Haber le Caïnite », n'est-on pas porté à penser que ce Haber descend d'un nommé « Caïn » ? Ne donnerait-on pas ainsi pour ancêtre Amalec ou Moab à tout personnage dit « l'Amalécite » ou « le Moabite » ? Et par là même qu'il se rencontre dans l'histoire biblique un personnage portant le nom de « Caïn » et connu comme père d'une célèbre race, n'a-t-on pas sérieusement le droit de se demander si les Caïnites, dont faisait partie Haber, ne sont point les descendants éloignés du Caïn des premiers

(1) Art. d'oct., p. 468 *ad finem.*

(2) Il est bon de s'entendre sur la manière d'écrire le nom de ce peuple. La Vulgate écrit *Cin, Cinéens* (qu'il faut prononcer, comme le fait remarquer le R. P. Brucker, avec un *c* dur : *Kin, Kinéens).* C'est le mot hébreu même, non ponctué : *Qin, Qini.* Or le " Caïn „ fils d'Adam, est également en hébreu non ponctué *Qin ;* après comme avant le déluge, ce terme se trouve ponctué par les Massorètes *Qaïn.* De l'avis de tous, il n'y a pas de différence comme *mot* entre " Caïn „ antédiluvien et " Caïn „ postdiluvien. Mais le dérivatif de " Caïn „, pour la Vulgate *Cinéens* (Kinéens), ponctué par la Massore *Qeinî,* doit évidemment se dire en français : *Caïnites.* Au lieu de " Cin, Cinéens „, " Qaïn, Qénites „, nous dirons donc tout simplement " Caïn, Caïnites „.

temps, surtout alors qu'on ne sait à quel fils de Noé attribuer la paternité de ce peuple?

Dire que le nom *Caïn* apparaît dans la Bible après le déluge seulement comme nom du *pays* des Caïnites ou de l'ensemble de leur race, c'est oublier que les noms Israël, Madian, Moab, etc..., tout en désignant le pays ou l'ensemble de la race des Israélites, des Madianites, des Moabites, etc..., n'en sont pas moins des noms d'hommes, pères de ces peuples. Le R. P. Brucker n'a visiblement pas grande confiance dans cet argument; mais celui qu'il lui substitue n'a guère plus de portée. « Et quand il en serait autrement, écrit-il, cela ne prouverait en aucune façon que ce père fut le fils d'Adam. » Sans doute cela ne prouve pas; mais cela rend une hypothèse possible, et c'est beaucoup. Le docte religieux vient lui-même apporter un appui à cette hypothèse, lorsqu'il prétend que le mot *Caïn* « est aussi un simple *appellatif,* particulièrement en usage parmi les tribus arabes. »

Que signifie donc ce mot pour les Arabes? A-t-il le sens que lui donne le rédacteur de la Genèse (IV, 1), le sens de « possession »? Nullement. Gesenius (1) et, après lui, M. Joseph Halévy (2) nous disent qu'en arabe le mot *Caïn* signifie : artisan, forgeron, esclave, chanteur. Ces sens n'ont pas grand rapport avec celui qu'indique l'écrivain sacré. Si les Arabes traduisent ainsi cette expression, ne serait-ce pas que l'idée de Caïn et de sa race est pour eux unie aux états d'artisans, de forgerons, d'esclaves, de chanteurs ou musiciens, et qu'ils traduisent le nom plutôt par l'état social que par son sens premier?

Serait-ce donc que les Caïnites postdiluviens exerçaient

(1) *Thesaurus.* L'auteur du récit biblique fait venir le mot *Caïn* de QANAH.

(2) *Revue critique,* 13 décembre 1880, note, p. 465. Le R. P. Brucker rappelle qu'une ville de Juda portait le nom de *Haqqaïn (le Caïn).* Nous ne sommes nullement surpris de trouver dans un pays habité par des Caïnites une ville portant le nom de Caïn, le constructeur de la première ville, à laquelle il avait donné le nom de son fils Hénoch *(Gen.,* IV, 17).

les fonctions dénommées ci-dessus ? Qu'on se reporte alors au chapitre IV, 21-22, de la Genèse, où les descendants de Caïn sont cités comme *musiciens, forgerons, artisans* en métaux; n'y pourra-t-on pas comprendre qu'il s'agit d'esclaves, de nègres, appartenant à cette race et, par conséquent, échappés au déluge ?

Il n'y a pas lieu de s'étonner « qu'un petit peuple comme l'était celui dont il s'agit, fût dénommé d'après un ascendant aussi éloigné. » D'abord il faudrait savoir si on a affaire à un grand ou à un petit peuple. Ces Caïnites sont signalés dans le pays de Madian, dans le pays de Moab, dans le pays de Chanaan: encore on ne parle que des tribus rencontrées par les Israélites. N'y en avait-il pas d'autres ailleurs? Et ces tribus de Réphaïm, de Zomzommim, d'Émim, etc., qu'on ne sait à quelle race rattacher, ne seraient-elles pas elles-mêmes des tribus caïnites? Elles ne portent pas ce nom, sans doute; mais ce ne serait pas une raison de nier leur descendance de Caïn. Les peuples qui ont Chanaan pour père ne sont pas tous désignés sous le nom de Chananéens: les Jébusiens, les Amorrhéens, les Girgasciens, etc...., sont aussi chananéens que ceux qui ont conservé le nom patronymique.

Comment peut-on encore objecter que « pas un seul des anciens patriarches n'a laissé son nom à une race issue de lui » ? Se peut-il que des peuples aient reçu leur nom de patriarches séthites antédiluviens énumérés au chapitre V de la Genèse, si la postérité de ces personnages a péri dans le déluge? Le seul patriarche séthite survivant au cataclysme, Noé, n'a point laissé, il est vrai, son nom à des peuples cités dans la Bible, et il faut en dire autant de ses fils; mais il n'en est déjà plus de même pour ses petits-fils.

Cette première série d'arguments contre la descendance des Caïnites postdiluviens du Caïn primitif ne nous paraît donc pas avoir atteint son but.

Abordons un autre point, délicat entre tous, la pro-

phétie de Balaam (1). Les noms *Caïn* et *Caïnites* y sont employés. D'après M. Motais (2), il s'y trouverait en même temps des descriptions et des rapprochements qui enlèveraient tout doute sur l'origine antédiluvieune de ces peuples. Le R. P. Brucker le conteste. Exposons la prophétie pour l'étudier plus à l'aise.

PROPHÉTIE DE BALAAM.

Une étoile sortira de *Jacob* et un sceptre surgira d'*Israël ;*
Il frappera les deux frontières de *Moab* et détruira tous les fils de *Seth ;*
Édom sera sa possession et *Séir* sera la possession de ses ennemis ;
Israël se montrera intrépide ; de *Jacob* viendra le dominateur qui perdra les survivants des cités.
Il vit aussi *Amalec* et il prononça son oracle :
Amalec est le *commencement* des nations, mais sa fin est la ruine.
Il vit aussi le *Caïnite* et il prononça son oracle :
Solide est ta demeure et posé sur le rocher est ton nid ;
Cependant *Caïn* sera ravagé jusqu'à ce qu'Assur te mène en captivité.

Dans la première partie de la prophétie, il est dit que le roi d'Israël *frappera les deux frontières de Moab et détruira tous les fils de Seth.* Le R. P. Brucker trouve cette traduction inexacte, et il prétend que « l'immense (!) majorité des exégètes modernes traduit *fils de Seth* par *fils de tumulte*, et entend que par là les Moabites sont désignés comme aimant le tumulte guerrier (3).... » Nous savons que c'est entre autres l'opinion de M. Reuss (4), qui veut substituer « tumulte » à « Seth », parce qu'à cette époque tous les hommes étaient *Séthites*, « la race de Caïn ayant péri dans le déluge ».

C'est précisément la question.

Nous croyons devoir soutenir la traduction de M. Motais, pour des raisons qui nous semblent d'une grande

(1) Livre des *Nombres*, XXIV, 17-22.
(2) *Le Déluge biblique*, pp. 305-316.
(3) Art. d'oct., p. 470.
(4) *La Bible : L'histoire sainte et la Loi*, t. II, p. 243, note 2.

valeur. Et d'abord, traduire « fils de tumulte » au lieu de « fils de Seth », n'est-ce pas enlever au morceau son cachet, le parallélisme? Dans notre traduction, il y a en effet parallélisme entre noms propres synonymes: *Jacob* et *Israël* sont les noms d'un même peuple, de même *Édom* et *Séir;* il ne peut en être différemment de *Moab* et *Seth.* Si, au lieu du nom propre « Seth », on met le nom commun « tumulte », Moab n'a plus de synonyme géographique qui lui corresponde (1).

Mais, demande-t-on, que signifie alors « fils de Seth »? Si Caïn et toute sa race ont péri dans le déluge, tous les hommes sont fils de Seth. Il y a là une grande difficulté. Mais d'où vient-elle ? Uniquement de ce qu'on interprète cette prophétie dans l'hypothèse d'un déluge universel ? Interprétons-la au contraire dans l'hypothèse d'un déluge qui a épargné une partie de la descendance de Caïn, et toute difficulté s'évanouira,

Il frappera les deux frontières de Moab et détruira tous les fils de Seth. Ce n'est pas le pays de Moab seulement qui sera frappé, ce sont aussi les peuples qui habitent sur ses « deux frontières ». Quels sont-ils ? Les Ammonites et les Chananéens, dont on connaît l'origine noachique et par conséquent séthite. Moabites, Ammonites et Chananéens, sont donc tous « fils de Seth » ; et ce sont *tous* (2) ces fils de Seth qui sont voués à la destruction.

(1) Voir à ce sujet: Schroeder, *Janua hebraica*, t. I, au ch. XXIV, v. 17 du livre des Nombres : " Parallelismus tamen nomen propr. postulat, synon. τῷ Moab ; nullus igitur dubito, cum antiquioribus *filios Sethi* vertere, præsertim cum et in seqq. unicuique membro nomen geograph. sit additum. „

(2) On sait quel sens donner au mot *tous*. Comme dans bien d'autres passages de la Bible, cités dans la première partie de ce travail, il a un sens relatif. Il ne s'agit pas de " tous les descendants de Seth „, mais simplement de *tous* ceux qui sont en Moab ou sur ses frontières.

Les Israélites ne sont donc point compris dans ce nombre, comme l'insinue le R. P. Brucker, qui, passant du sens littéral au sens mystique, conclut qu'avec la traduction de M. Motais, il faudrait admettre que " le Messie détruira tous les hommes ! „

Mais au milieu de ces « fils de Seth », dans le pays de Moab, comme sur ses frontières parmi les Ammonites et les Chananéens, l'œil du prophète a découvert des tribus d'une autre race.

« Il vit *Amalec*..... il vit le *Caïnite*. »

Les Amalécites et les Caïnites sont-ils inscrits au tableau généalogique du chapitre x? Non. Ils ne seraient donc pas fils de Noé, ni, par conséquent « fils de Seth ». Ce qui ne fait point de doute, c'est que les Amalécites et les Caïnites occupaient le pays bien avant les Moabites et les Ammonites ; cela ressort avec évidence de l'histoire d'Abraham. C'est d'ailleurs le prophète lui-même qui affirme l'ancienneté de ces peuples. Pour lui, Amalec est le *principe*, la *tête* des nations. Il semble que le peuple qui se cache sous ce nom (1) descend du premier constructeur de villes. Quant aux *Caïnites*, il est écrit en toutes lettres, dans l'oracle de Balaam, que leur nom vient de *Caïn* (2), et que, comme le meurtrier d'Abel, ils se cachent derrière des fortifications inexpugnables.

N'est-il pas naturel, si nous sommes en présence de « fils de Caïn », que le prophète ait établi entre les peuples qu'il a sous les yeux la grande distinction primitive? Au nom de *Caïn* qu'il emploie, il ne pouvait opposer

(1) *Amalécite* n'est pas le nom primitif de ce peuple. Amalec est un descendant d'Ésaü, qui imposa son nom à cette peuplade à laquelle il s'unit. Par là-même qu'on trouve les Amalécites bien avant la naissance d'Ésaü, il est évident qu'ils ne sont pas désignés par leur nom ancien.

(2) On a dit que le mot *Caïn* ou *Qin* de la prophétie avait été employé pour former un jeu de mots avec *Qen*, nid ; que, par conséquent, il ne fallait pas attacher d'importance à ce nom. Nous ferons observer que, dans le même verset, il est parlé du *Caïnite* ou *Qinite*, mot qui vient évidemment, — comme nous l'avons dit au commencement de ce paragraphe (note) — de *Caïn* ou *Qin*, ainsi que cela ressort également de *Juges*, IV, 11. La conséquence est que, s'il y a eu un mot apporté uniquement pour faire le jeu de mots, ce n'est pas le nom propre de *Caïn* ou *Qin*, mais le nom commun *Qen*. nid, à la place duquel on aurait pu employer un mot plus exact pour désigner des forteresses, mais moins poétique et sans assonance avec le nom *Caïn*.

Notons dans l'oracle d'Amalec une opposition de mots : *rêschît*, commencement — *a'harît*, fin.

qu'un nom, celui de *Seth*, son frère, avec lequel il s'est partagé le monde. Telle est l'explication que nous donnons, après M. Motais, de la célèbre prophétie de Balaam, dans l'hypothèse d'un déluge non universel.

On ne niera pas qu'ainsi interprétée, sans torture pour le texte, la prophétie est plus belle et plus compréhensible que dans l'interprétation qui emploie « fils de tumulte » au lieu de « fils de Seth ».

Nous savons qu'à notre traduction on peut opposer une objection très spécieuse.

« Jérémie, écrit-on, dans sa prophétie contre Moab, rappelle l'oracle de Balaam : *Le feu*, dit-il, *sortira d'Hesebon.... et dévorera le côté de Moab et la tête des fils de tumulte* » (1). Le mot hébreu traduit dans cette citation par « tumulte » est *schâon ;* tandis que dans la prophétie de Balaam, c'est le mot *schêth* (2). Ce n'est pas d'ailleurs le seul changement à constater. Et on doit dire que la traduction donnée par le savant jésuite, du texte de Jérémie, est sujette à caution. Si on étudie de près ce texte, on s'aperçoit que Jérémie avait dans l'esprit l'oracle de Balaam, mais qu'il en a modifié presque tous les mots, visant à les remplacer par des mots à sens différents, mais à configuration et assonances identiques ; de telle sorte qu'on a sous les yeux un texte qui, pour la forme matérielle, rappelle celui de Balaam, mais qui, pour le sens, en diffère complètement (3). Qu'on en juge.

(1) *Jérémie,* XLVIII, 45. Le R. P. Brucker, art. d'oct., p. 471.

(2) Le mot SCHETH n'est pas une seule fois employé dans la Bible comme nom commun; toujours on le rencontre pour désigner *Seth,* fils d'Adam. Il y aurait donc une exception pour la prophétie de Balaam : la démonstration n'en est dès lors pas facile.

(3) Dans la prophétie de Balaam, il est question d'un *dominateur*, et dans celle de Jérémie d'une *flamme* qui dévore. Le style de Jérémie est évidemment plus figuré que celui de Balaam. Ce dernier parle d'un dominateur qui frappe certains peuples; et le premier d'une flamme (figure d'un destructeur) qui dévore la barbe et la chevelure de Moab (figure du deuil et de l'humiliation). On comprend que Jérémie tenant à rappeler une ancienne prophétie concernant Moab, sans exprimer la même pensée, ait modifié les mots de

Balaam disait : *qrqr benê-schêth*, « il détruira les fils de Seth » ; et Jérémie : *qdqd benê-schaôn*, « chevelure des fils de tumulte ». Si le R. P. Brucker veut que Jérémie ait employé le mot *schaôn* (tumulte) pour expliquer le mot *schêth* (Seth) de Balaam, il faudra qu'il admette aussi que *qdqd* (chevelure) est employé pour expliquer *qrqr* (il détruira). On voit à quelle conséquence inadmissible conduit sa manière de voir.

Nous croyons donc devoir, à la suite de beaucoup d'exégètes, traduire comme il suit la parole de Jérémie :

« Le feu.... dévorera la barbe de Moab et la chevelure des fils de tumulte. »

Pour les peuples orientaux, c'est la dernière des humiliations de se voir raser la tête et le visage, c'est aussi un signe de deuil. Par cet oracle, le prophète annonce donc aux Moabites qu'ils vont être soumis à toute sorte de déshonneurs et d'humiliations, et par là même au plus grand des deuils (1). Avec cette traduction, la prophétie n'est plus un mystère.

Balaam de manière à leur enlever leur sens. Ainsi Balaam annonce que le dominateur frappera " *pathî* de Moab „ : la racine de ce mot signifie " bouche, visage, côté „ ; le mot étant au *duel*, on traduira " les *deux côtés* ou frontières de Moab „, c'est-à-dire tous les peuples qui autour de Moab sont " fils de Seth „. Quant à Jérémie, il annonce que le feu sorti de Hesebon dévorera " *path* de Moab „ ; c'est le même mot que ci-dessus, mais au *singulier*. Il ne s'agit pas ici de " côté ou frontière „. Il est d'ailleurs plus naturel de dire que " le feu dévore le visage „ et mieux encore " la barbe „, comme traduisent beaucoup d'exégètes (Rosenmüller, Schroeder, Reuss...), qui aussi justement traduisent *qdqd* par " chevelure „ (le mot hébreu signifiant plus spécialement " sommet de la tête „ ou partie qui porte les cheveux, comme *path* signifie " bouche, visage „ ou partie qui porte la barbe). Mais par là même que Jérémie ne parle pas de " frontières de Moab „, il n'avait que faire de parler des " fils de Seth „ ; aussi a-t-il cherché, semble-t-il, pour continuer ses jeux de mots, quelque chose d'approchant quant à la forme : c'est *schaôn* qu'il a choisi ou que lui a inspiré Amos (II, 2) par ces paroles : " Moab périra dans le *tumulte (schaôn)* au milieu des clameurs et du son des trompettes. „ Chez ce dernier, qu'on le remarque bien, Moab n'est point désigné comme peuple de *tumulte*. — Dans *Jérémie* (XLVI, 17) Pharaon, roi d'Égypte, est appelé " tumulte „ *schaôn*.

(1) Le prophète, quelques versets plus haut (37-38), exprime d'ailleurs cette même idée sans figure et sans jeu de mots. " Toute tête sera chauve et toute barbe rasée... Ce ne sera que deuil sur tous les toits de Moab et sur ses

Certes, si Jérémie au lieu de se servir du mot *schaôn* avait employé le mot *scheth,* nous nous serions plus facilement rendu à l'avis du R. P. Brucker; car, si nous croyons voir dans le *scheth* de Balaam, le nom du fils d'Adam, c'est qu'en face se trouve un nom, *Caïn,* qui fut celui d'un autre fils du premier homme. Il y aurait donc là opposition des races de deux frères. Mais que serait venu faire le nom de « Seth » dans Jérémie, puisque le nom de « Caïn » ne s'y trouve pas?

Notre réponse à cette objection nous paraît suffisante. Si, *contre notre attente,* on nous montrait par d'autres arguments qu'il ne s'agit pas de « Seth » dans la prophétie de Balaam, et conséquemment qu'il n'y a point d'opposition entre les deux fils d'Adam, il resterait encore que Balaam parle de « Caïn » et des « Caïnites » (1).

Du pays de Moab passons à celui de Sodome. A quelle famille appartenaient les habitants de la Sodomitide? M. Motais a prétendu, sans être contredit par le R. P. Brucker, que cette contrée n'était pas renfermée dans les frontières du territoire chananéen (2). « Or, si la Sodomitide n'est pas chananéenne, il en résulte très naturellement qu'elle n'est pas chamite. C'est donc pour cela que Moïse l'exclut nommément, à l'occasion de sa table des peuples, de sa géographie de Chanaan, et ne l'insère point dans la partie ethnographique de ce célèbre

places. „ Après cela, le doute ne semble plus possible, d'autant que la traduction proposée par le R. P. Brucker : “ Le feu dévorera le côté de Moab et la tête des fils de tumulte „, est absolument incompréhensible.

(1) On a prétendu que ce Caïn et ces Caïnites descendent de Cousch, fils de Cham. Qu'on nous les montre alors dans la généalogie des fils de Noé. Ils n'y sont pas mentionnés. C'est parce qu'on rencontre ces Caïnites mêlés à des Couschites, qu'on les dit de cette race. Mais il faudrait aussi les confondre avec les Madianites, les Moabites, les Chananéens, etc., parmi lesquels on les trouve également. C'est en vain qu'on a cherché à les rattacher à l'un ou à l'autre des fils de Noé. Ceux qui leur donnent Jéthro pour père, oublient que les Caïnites sont nommés dans la Bible dès le temps d'Abraham (*Gen.* xv, 19).

(2) *Déluge biblique,* pp. 324 et suiv. Cf. Munk, *La Palestine,* p. 76.

chapitre x (1). » Le R. P. Brucker réplique : « Cette raison est sans valeur, puisque les Sodomites n'existaient plus depuis six ou sept siècles, lors de la rédaction de cette table (2). » Raison de valeur fort douteuse, répondrons-nous à notre tour à l'érudit contradicteur de M. Motais ; car il faudrait d'abord savoir si la Table des peuples noachiques a été rédigée « six ou sept siècles » après la disparition de la Sodomitide, ou si Moïse l'a trouvée toute rédigée et remontant déjà à plusieurs siècles. Et puis, en admettant avec le R. P. Brucker que le châtiment de Sodome ait précédé la composition de ce tableau, aurait-ce été une raison d'en exclure ces anciens peuples, alors que l'écrivain sacré nous donne la généalogie très circonstanciée de Caïn et de sa race, disparue d'après les universalistes bien des siècles avant les Sodomites? Mais ce ne sont pas seulement ces derniers qui sont exclus du chapitre x; ce sont aussi des peuples dont la haute antiquité est reconnue et que les Israélites rencontrent sur leur chemin : les Amalécites, les Caïnites, les Cénézéens, les Cadmonéens, etc.... Il en est de même des habitants *géants* de la Palestine. Non inscrits dans la descendance des fils de Noé, ces peuples sont réputés par l'écrivain sacré si anciens, que lui-même déclare ne rien connaître de leur passé que « par les légendes courant au milieu de leurs tardifs vainqueurs » (3). Le R. P. Brucker (4) conteste l'ancienneté de ces peuples étranges. « Ce que Moïse nous a conservé de l'histoire de cette race, dit-il, ne remonte pas plus haut que le temps

(1) *Déluge biblique*, p. 326.

(2) Art. d'oct., p. 472.

(3) *Déluge biblique*, p. 321. " Terra gigantum reputata est... Quos Ammonitæ vocant Zomzommim (*Deutér.* II, 20). Quasi gigantes crederentur ; Moabitæ appellant eos Emim (*Deutér.* II, 11).

(4) Il prétend aussi que " l'Écriture a stigmatisé l'exagération „ du portrait des géants de Chanaan, fait par les espions. Nous n'avons rien vu de cela à l'endroit indiqué (*Nombres* XIII, 33-34), Dans tout ce chapitre, la taille gigantesque de ces peuplades est attestée, ainsi que dans bien d'autres passages de la Bible ; nulle part il n'y a sur ce point la moindre dénégation.

d'Abraham. » En résulte-t-il qu'ils n'existaient pas auparavant?

D'après le *plan de la Genèse,* il ne serait question, dans la Bible, des peuples étrangers à la ligne patriarcale qu'autant qu'ils sont mêlés à l'histoire de cette lignée. Si avant Abraham on s'est tû sur l'existence de ces peuples, c'est que cette raison d'en parler ne s'est pas présentée.

Le R. P. Brucker voudrait des preuves de l'antiquité de ces nations; les arguments de Fr. Lenormant, de Jean d'Estienne et de l'abbé Motais ne l'ont pas satisfait. Ajoutons donc les arguments d'un orientaliste très estimé qui, il y a plus de trente ans, écrivait les lignes suivantes (1):

« Je ne quitterai pas les Israélites sans avoir touché quelques mots de certaines tribus qui vécurent longtemps parmi eux, dans les districts situés au nord du Jourdain. Cette population mystérieuse paraît n'avoir été autre que les débris restés purs de quelques-unes des familles mélaniennes, de ces noirs jadis seuls maîtres de l'Asie antérieure avant la venue des Chamites blancs (2). La description que les livres saints nous font de ces hommes misérables est précise, caractéristique, terrible par l'idée de dégradation profonde qu'elle éveille.

» Ils n'habitaient plus, au temps de Job, que dans le district montagneux de Séir ou Édom, au sud du Jourdain. Abraham les y avait déjà connus. Ésaü, ce ne fut vraisemblablement pas sa moindre faute, habita parmi eux (3), et, conséquence naturelle dans ces temps-là, il prit, au nombre de ses épouses, une de leurs femmes, Oolibama, fille d'Ana, fille de Sébéon, de sorte que les fils qu'il en eut, Jehus, Jhelon et Coré, se trouvèrent liés très directement par leur mère à la race noire.

(1) Cte de Gobineau, *Essai sur l'inégalité des races humaines*, Paris 1853, t. I, pp. 484-489.

(2) A ce propos voir Fr. Lenormant, *La magie chez les Chaldéens et les origines accadiennes.*

(3) Gen. XXXVI, 8 : " Habitavitque Esau in monte Seir. »

» Les Septante appellent ces peuplades les Chorréens; la Vulgate les nomme moins justement les Horréens, et il en est fait mention en plusieurs endroits de l'Écriture. Ils vivaient au milieu des rochers et se blottissaient dans des cavernes. Leur nom même signifie *troglodytes* (1). Leurs tribus avaient des chefs, et formaient des communautés indépendantes. Toute l'année, errant au hasard, ils allaient volant ce qu'ils trouvaient, assassinant quand ils pouvaient. Leur taille était très élevée. Misérables à l'excès, les voyageurs les redoutaient pour leur férocité. Mais toute description pâlit en face des versets de Job, où M. d'Ewald (2) reconnaît leur portrait. Voici le passage : « Ils se moquent de moi, ceux-là même dont je » n'aurais pas daigné mettre les pères avec les chiens de » mon troupeau....

» De disette et de faim, ils se tenaient à l'écart, fuyant » dans les lieux arides, ténébreux, désolés et déserts.

(1) *Hori* de *hor*, trou, caverne.

(2) Ewald, *Geschichte des Volkes Israel*, t. I, p. 273. " Les Chorréens avaient occupé, à des époques plus anciennes, les deux rives du Jourdain jusqu'à l'Euphrate vers le nord-est, et au sud jusqu'à la mer Rouge. Il est d'ailleurs assez fréquemment question de ces peuplades noires (?) dans la Genèse, le Deutéronome et les Paralipomènes, partout, enfin, où paraissent des aborigènes. Elles ne sont pas connues que sous un seul nom. Appelées Chorréens dans la Genèse, le Deutéronome les nomme aussi *Emim*, dont le singulier est *Emah*, qui signifie *terreur*. Les *Emim* seraient donc les *Terreurs, les gens dont l'aspect épouvante* (Deutér. II, 10 et 11). On trouve encore une tribu particulière, anciennement établie sur le territoire d'Ar, assigné depuis aux Ammonites. Ces derniers les nommaient les *Zomzommim*. Le texte décrit ainsi leur pays et eux-mêmes (Deutér. II, 20). " Terra gigantum reputata est, „ et in ipsa olim habitaverunt gigantes, quos Ammonitæ vocant Zomzom- „ mim. 21. Populus magnus et multus et proceræ longitudinis, sicut Enacim, „ quos delevit Dominus a facie eorum... „ Gesenius rapporte la racine de ce nom de peuple au quadrilitère inusité *Zimzam* (murmuravit, fremuit). Enfin les Chorréens, les Emim, les Zomzommim, ces hommes de terreur et de bruit, sont toujours comparés aux *Enacim, les hommes aux longs cous*, les géants par excellence. Ces derniers, avant l'arrivée des Israélites, habitaient les environs d'Hébron. En partie exterminés, ce qui en survécut se réfugia dans les villes des Philistins, où l'on en rencontrait encore à une époque assez basse. Il n'est pas douteux que le célèbre champion qui combattit contre le berger David, Goliath (dont le nom signifie l'*exilé*, le *réfugié*), appartenait à cette famille proscrite. „

» Ils coupaient des herbes sauvages auprès des arbris-
» seaux et la racine des genévriers pour se chauffer.

» Ils étaient chassés d'entre les autres hommes, et l'on
» criait après eux comme après un larron.

» Ils habitaient dans les creux des torrents, dans les
» trous de la terre et des rochers.

» Ils faisaient du bruit entre les arbrisseaux, et ils
» s'attroupaient entre les chardons.

» Ce sont des hommes de néant et sans nom qui ont été
» abaissés plus bas que la terre. » (Job, xxx, 1, 3-8.)

» Ne croit-on pas lire, dans les paroles du saint homme, une description exacte du Boschisman et du Pélagien? En réalité, la parenté qui unissait l'antique Chorréen à ces nègres abrutis est intime....

» Dépossédés du peu qui leur restait, par leurs parents, fils d'Ésaü, enfants d'Oolibama, Édomites (1), ils (les Chorréens) s'éteignirent devant la civilisation, comme s'éteignent aujourd'hui les aborigènes de l'Amérique septentrionale. Ils ne jouèrent aucun rôle politique. Leurs expéditions ne furent que des brigandages. On sait par l'histoire de Goliath qu'ils n'avaient plus d'autre rôle que de servir les haines de leurs spoliateurs contre les Israélites. »

Nous croyons que cette page vaut la peine d'être prise en considération; d'autant plus qu'on retrouve les mêmes opinions chez beaucoup de savants qui ont fait sur la Bible des études spéciales.

Ils s'accordent à dire qu'au moment de l'arrivée des Hébreux, la Palestine était occupée par de nombreux peuples, qui eux-mêmes l'avaient trouvée habitée par des tribus plus anciennes. Nous serions ainsi en présence de trois races superposées (2) :

(1) *Deutéron.*, II, 12. — " In Seir autem prius habitaverunt Horrhæi, quibus expulsis atque deletis, habitaverunt filii Esau, sicut fecit Israel in terra possessionis suæ, quam dedit illi Dominus. „

(2) Cf. Dr Gratz, *Théâtre des événements racontés dans les divines Écritures*,

1° Dans les profondeurs les plus reculées de l'antiquité, les tribus gigantesques des Émim, des Réphaïm, des Zouzim, des Zomzommim, etc., et en outre les Chorréens, les Caïnites, les Cénézéens, les Cadmonéens, les Amalécites... ;

2° A ces possesseurs primitifs vinrent s'ajouter les descendants de Cham, les Chananéens;

3° Enfin paraissent « les peuplades sémitiques des Ammonites, des Édomites, des Madianites, qui toutes sont déjà établies au sud-est et au midi de la Palestine, quand leurs frères, les Israélites, traversent le Jourdain sous la conduite de Josué. »

Cette superposition de peuples ne rappelle-t-elle pas ce que nous avons constaté, dans le précédent paragraphe, à propos de l'Égypte, de la Chaldée et surtout de l'Inde? Partout la race blanche noachique a trouvé le sol occupé par ces vieilles races, qui peu à peu ont succombé devant les envahisseurs, comme succombent et disparaissent aujourd'hui les aborigènes de l'Amérique devant les colonies européennes.

D'où sortent donc ces premières populations? Elles ne sont pas issues de Chanaan, puisqu'on les prétend plus anciennes que ce descendant de Noé. Ne serait-il pas d'ailleurs étrange que le rédacteur de la Table des peuples, donnant une longue liste des descendants de Chanaan, ait passé sous silence ceux-là mêmes avec lesquels les Israélites allaient avoir à compter dans leur conquête de la terre promise? M. Motais et Jean d'Estienne, devant ce silence, se demandaient s'il ne fallait point en conclure que Noé n'était pas le père de ces peuples. Voici la réponse du R. P. Brucker. « On pourrait dissiper d'un mot cette

t. I, pp. 339 et suiv.; — Munk, *La Palestine*, pp. 75 et suiv.; — Ad. Franck, *Études orientales*, 1861, p. 412; — Renan, *Histoire des langues sémitiques* 3e édit., p. 109, qui cite lui-même Bertheau, *Zur Geschichte der Israeliten*, pp. 318 et suiv.; — Ewald, *Geschichte des Volkes Israel*, t. I, pp. 274 et suiv.; — Lengerke, *Kenaan*, pp. 178 et suiv.

grosse difficulté, en disant que l'auteur de la Genèse a laissé ces peuples en dehors de son tableau, tout simplement parce qu'il ne savait pas auquel des fils de Noé rapporter leur origine. Cette solution, qui ne figure pas dans le long catalogue des réponses que M. Motais s'est donné la peine de réfuter, ne souffrirait aucune réplique sérieuse. » Y aurait-il une « réplique sérieuse » à faire à celui qui soutiendrait la possibilité pour Dieu d'accomplir ce que le docte jésuite appelle des « miracles inutiles »? Comme si on peut conclure du possible à l'acte! Nous ne nous attarderons pas à examiner les « conjectures » du R. P. Brucker sur les lacunes du chapitre x de la Genèse. Nous constatons que, dans ce tableau des peuples issus de Noé, ne figurent pas des peuplades de la Palestine. Nous constatons que ces peuplades diffèrent à tous points de vue des populations chananéennes proprement dites et sémitiques qui les ont subjuguées tour à tour. Nous constatons que plusieurs d'entre elles sont des peuplades de géants qui rappellent naturellement les géants antédiluviens. Nous constatons que certaines de ces tribus portent le nom de *Caïnites* et sont dites issues d'un *Caïn,* nom que portait le meurtrier d'Abel.

Nous nous contentons de constater. Mais que, pour terminer (1), on nous permette un retour vers les premiers âges de l'humanité.

Au chapitre IV de la Genèse, nous lisons que *Caïn,* après son crime, s'enfuit vers l'orient et bâtit une ville ou forteresse à laquelle il donna le nom de son fils Hénoch. Celui-ci, ajoute l'écrivain sacré, engendra Irad, lequel engendra Maviaël, lequel engendra Mathusaël, lequel engendra Lamech. La généalogie du Caïnite Lamech est des plus précieuses. Il eut deux épouses, Ada et Sella.

(1) Nous n'avons fait qu'ébaucher la question des *races antédiluviennes* d'après la Bible; mais le temps et l'espace nous manquent. M. Motais avait espéré donner un travail sur cette question; la mort l'en a malheureusement empêché, et le regretté exégète n'a pas même laissé une seule note sur ce sujet.

« Ada engendra Jabel qui fut père des habitants des tentes et des pasteurs ;

» Et le nom de son frère était Jubal qui fut père des joueurs de cithare et de flûte.

« Et Sella engendra Tubal le forgeron (Tubalcaïn), fabricant de toutes sortes d'instruments d'airain et de fer..... »

On est porté à se demander : Pourquoi cette indication si précise de l'état et des manières de vivre de ces Caïnites, si toute cette race a succombé dans le déluge ? Pour qui ont été écrits ces mémoires ? N'est-ce pas pour un peuple postdiluvien, pour le peuple hébreu ? Or quel intérêt pouvait-il y avoir pour ce peuple à apprendre que les habitants des tentes et les pasteurs antédiluviens descendaient de Jabel ? que les musiciens d'alors étaient fils de Jubal ? que Tubalcaïn et sa postérité forgeaient et travaillaient le fer et l'airain ? On ne comprend guère ce luxe de détails.

Mais si, comme nous osons le supposer, tous les Caïnites n'ont point péri dans le cataclysme diluvien ; si, entre autres, la ligne de Lamech y a échappé : alors nous comprenons que l'écrivain sacré dise à des descendants de Noé :

Ces peuplades qui habitent sous les tentes et paissent des troupeaux sont des Caïnites, des fils de Jabel.

Ces joueurs de cithare et de flûte sont les descendants du Caïnite Jubal ;

Ces forgerons, ces fabricants d'instruments de fer et d'airain sont fils de Tubalcaïn.

Qui empêche d'interpréter ainsi ces versets ? Ce n'est certes ni le texte, ni le contexte.

Aux lecteurs de juger.

Conclurons-nous ? Nullement. Nous ne pouvons être juge et partie. Nous avons examiné point par point les objections opposées à l'hypothèse de la non-universalité du déluge. Si nous nous sommes écarté de M. Motais sur

des points de détail, nous n'avons pas cru devoir le faire sur les « points importants » (1), parce que nous ne les avons pas vus ébranlés par l'objection.

Nous ne demandons qu'une chose, qu'on permette à l'hypothèse de la non-universalité de prendre place auprès des deux autres hypothèses. Elle a plus de droit à la tolérance que l'hypothèse de l'universalité restreinte, parce qu'elle est plus logique; et, plus que l'hypothèse de l'universalité absolue, elle offre des ressources contre les objections de l'exégèse rationaliste et de la science (2).

(1) Le R. P. Brucker, dans la *Science catholique* de février 1887, nous félicitait d'avoir abandonné l'argumentation de notre maître " sur plusieurs points importants. „ Nous n'avons pas conscience de cet abandon sur des *points importants;* nous aurions cru devoir le faire, que nous n'aurions pas hésité, mais l'occasion ne s'en est pas offerte. — De plus, notre argument de la tradition lui laisse des doutes. A ce propos nous dirons, qu'à l'apparition de la première partie de cette étude, un jésuite allemand, auteur de Commentaires très estimés, nous écrivait qu'il serait bon de conseiller à ceux qui pressent le passage de saint Pierre, une méditation sur la typologie que saint Paul nous enseigne dans son épître aux Hébreux, VII, 3, où il est dit que Melchisédech était " sans père, sans mère, sans commencement de jours, ni fin de vie „. Rien de cela n'est dit dans la Genèse. C'est donc l'image de Melchisédech, peinte d'après le silence de la Genèse sur des choses qui existaient certainement, que l'Apôtre a sous les yeux. Le R. P. Corluy a d'ailleurs posé cette objection *(Science catholique*, déc. 1886) au R. P. Brucker, qui a essayé de se tirer d'affaire en niant la similitude des cas *(Science cath.*, fév. 1887).

(2) Ajoutons que c'est à tort qu'on donne à cette hypothèse l'épithète de *nouvelle.* Au XVIe siècle, nous voyons Oleaster, dominicain inquisiteur du Portugal, avancer l'hypothèse de la non-universalité du déluge même quant aux hommes; c'est l'étude de la *prophétie de Balaam* qui lui inspirait cette idée. En 1656, c'est Isaac La Peyrière, dans ses *Præadamitæ*, ouvrage très remarquable en dehors de la question du Préadamisme. En 1667, c'est Abraham Mil : *De diluvii universitate.* En 1726, c'est Guillaume Whiston : *Supplément au Traité de l'accomplissement littéral des prophéties.* En 1733, c'est le *Mémoire sur l'Origine des Nègres et des Américains* (JOURNAL DE TRÉVOUX), du P. Auguste Malfert. En 1853, c'est Frédérik Klee : *Le Déluge, considérations géologiques et historiques.* En 1856, c'est Ch. Schœbel : *De l'universalité du Déluge*, et en 1876 dans les *Annales de philosophie chrétienne.* En 1866, c'est d'Omalius d'Halloy : *Discours à la classe des sciences de l'Académie de Belgique.* En 1869 et surtout depuis, c'est Fr. Lenormant. En 1877, c'est le Dr Scholz, professeur à l'Université catholique de Wurzbourg. En 1881 et 1882, c'est Jean d'Estienne, dans la *Revue des questions scientifiques.* En 1883, c'est Mgr de Harlez, professeur à l'Université de Louvain, dans la *Controverse.* En 1884, c'est M. G. de Dubor, dans le *Muséon* et Mgr Clifford, évêque de Clifton, dans le *Tablet.* Enfin, M. Motais. Ce n'est là

Qu'on écoute, en effet, l'un des chefs (1) du rationalisme déclarer que le récit biblique du déluge est « le produit de l'imagination ».

Qu'on écoute d'autre part la science incrédule s'écrier : « Partout nous avons occasion de faire des observations qui renvoient le déluge dans le domaine auquel il appartient, celui des *mythes* et des légendes (2). »

Pourquoi ces dénégations ? Parce qu'on veut donner au récit biblique une interprétation que le texte n'exige point et qui va à l'encontre des données scientifiques. Si le sens le plus naturel du texte est favorable à la non-universalité du déluge, et si cette hypothèse est à même de résoudre toutes les objections de la science, pourquoi ne pas saisir cette occasion de fermer une fois de plus la bouche aux rationalistes et aux savants libres-penseurs ?

Ch. Robert,
prêtre de l'Oratoire de Rennes.

qu'une course rapide à travers l'histoire de l'exégèse biblique, mais suffisante pour montrer que l'hypothèse de la non-universalité du déluge n'est point nouvelle, et que M. Motais n'est point un novateur.

(1) Ed. Reuss, *La Bible : L'histoire sainte et la Loi*, t. I, p. 320.

(2) Carl Vogt, *Leçons sur l'homme*, 11e leçon, p. 436.

ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE

DE L'AFGHANISTAN

L'Afghanistan a eu une large part dans les travaux récents qui, depuis une dizaine d'années surtout, se sont multipliés pour faire connaître les caractères physiques, topographiques et ethnologiques de l'Asie. Il y a donc quelque intérêt à réunir en faisceau les résultats les plus importants de ces recherches, et à présenter en un tableau d'ensemble les données relatives à une région appelée, dans un avenir peut-être prochain, à devenir le champ clos des rivalités anglaises et moscovites. Tandis qu'il en est temps encore, étudions à l'aise le théâtre du futur duel de la baleine et de l'éléphant.

Quoique placé « sur le chemin historique des migrations et des invasions » (1) entre l'Inde et l'Asie antérieure, l'Afghanistan (2) n'était guère connu jusqu'au commencement de ce siècle. Cela s'explique. La conquête de ce pays

(1) Reclus, *Géogr. univ.*

(2) On peut consulter pour l'histoire des Afghans " *History of the Afghans* " traduit du persan de Neamet Ullah par Bernhard Dorn. Londres, 1836.

ne fut jamais que passagère, et l'œuvre du vainqueur se bornait à y lancer des armées, sans chercher à étudier le sol où s'exerçait sa domination.

Les explorateurs de leur côté étaient peu nombreux ; la région, hors du rayon d'action des puissances européennes, ne tentait pas même les esprits aventureux.

Pour rendre l'Afghanistan accessible aux Européens, il a fallu que trois fois, dans le courant du siècle, les canons anglais fissent résonner les échos des montagnes, nous allions dire des formidables bastions afghans. Quoique la plupart des explorateurs se soient bornés à suivre les voies stratégiques pratiquées par les armées en marche, on peut néanmoins affirmer que les reconnaissances et les expéditions scientifiques ont fait faire un grand pas à la cartographie afghane. Faisons des vœux pour que le *Survey of India* (1) (Bureau géographique et trigonométrique) porte ses vues sur ce pays et ne tarde pas à en terminer les levés topographiques.

Avant d'aborder le sujet de ce travail, indiquons rapidement les principales explorations dont l'Afghanistan a été le théâtre.

Après l'expédition d'Alexandre dans les Indes (327 avant Jésus-Christ), l'antiquité ne possède que des renseignements peu importants sur le Paropamise (Sefid Koh), le Caucase indien (Hindou-Kouch) et quelques rivières afghanes.

Six siècles se passent avant que les pèlerins bouddhistes du Céleste Empire (257 après Jésus-Christ) et surtout Hiouen-Thsang (2), nous apportent des données plus complètes et plus sérieuses sur la géographie de l'Asie centrale.

De 645 à 1800, nouvelle et longue période d'accalmie,

(1) La Revue militaire de l'étranger (Paris, novembre 1886), vient de publier une bonne notice sur le *Survey of India*.

(2) Son récit, intitulé *Si-ru-ki* ou " Description des pays de l'Occident ", a été publié en 1838 par Stanislas Julien.

à peine interrompue par les voyages du marchand vénitien Marco Polo (1) (vers 1296), qui traversa l'Asie de l'Arménie à l'océan Pacifique ; par ceux du jésuite portugais Bénédict Goëz, qui quitta Lahore en 1603 pour se diriger sur Caboul et de là vers le plateau de Pamir, et dont la relation de voyage se trouve en abrégé dans la *China illustrata* de Kircher ; et par ceux de Georges Forster, employé au service de la compagnie des Indes. Parti de Calcutta le 23 mai 1782, il traversa le Kaschmir et le Candahar pour arriver à Saint-Pétersbourg (2).

C'est là fort peu de chose, on en conviendra, et l'on peut dire que l'Afghanistan, comme les autres contrées de l'Asie centrale, restait la *terra incognita*, la terre de la légende et du mystère.

Les choses changent d'aspect avec le XIXe siècle, qui ouvre l'ère des explorations fructueuses.

La domination anglaise dans les Indes portait ombrage au czar Paul Ier et au grand conquérant français. De commun accord, ils élaborèrent un projet d'invasion dans la péninsule hindoustanique, et en 1807 Napoléon Ier chargea le général Gardanne de faire accepter ses vues par le shah de Perse.

L'Angleterre eut connaissance du complot ourdi contre le joyau le plus précieux de sa couronne. En vain elle essaya d'enchaîner à ses intérêts la Perse, qui se refusa à ses avances et préféra se jeter du côté de l'Empire, dont elle connaissait les victoires et la puissance. Cependant il fallait à tout prix un tampon pour amortir le choc de l'invasion franco-moscovite ; l'Angleterre s'adressa donc à l'émir d'Afghanistan.

Ce fut Mounstuart Elphinstone, officier de l'armée des Indes, qui fut chargé en 1809 de cette délicate mission.

(1) La 1re édition imprimée de sa relation parut à Venise en 1496 : *Viaggi di Marco Polo e delle maraviglie del mondo, da lui vedute...*, in-8°.

(2) *A Journey from Bengal to England.* Calcutta 1790, 2 vol. in-4°, traduit en français et publié à Paris en 1802, 3 vol. in-8°.

Son œuvre fut couronnée de succès, et elle eut pour résultat l'alliance taut désirée par le gouvernement britannique.

Telles furent les premières relations officielles de l'Angleterre avec les souverains afghans.

Le récit du voyage d'Elphinstone, *An account of the Kingdom of Caubul,* paru en 1815, est des plus intéressants (1). Il attira l'attention, et donna l'essor à des expéditions plus suivies. La Russie dès lors ne perd plus de vue ce pays, dont elle est encore bien éloignée, mais où elle envoie déjà ses officiers en ambassade; car elle entrevoit le moment où, l'Asie centrale soumise, elle sera aux portes de l'Afghanistan.

Mais l'Angleterre veille et, en 1833, le capitaine Burnes (2) part en mission auprès de l'émir; il revient peu satisfait et, quatre années après, en 1838, la guerre est déclarée. On en reviendra aux mains en 1843 et en 1879. A chaque lutte armée correspondra une recrudescence dans les explorations. Petit à petit se dissipera le brouillard mystérieux qui couvre le pays, et la littérature géographique de l'Afghanistan s'enrichira de nouveaux matériaux.

Bornons-nous à citer les relations du lieutenant Wood (3), du général Ferrier (4), d'Arminius Vambery (5) et, plus près de nous, de Mac Gregor (6), de Grodekov (7), du major Biddulph, (8), de Mac Nair (9), le

(1) Il a eu en 1838 les honneurs d'une seconde édition.

(2) *Travels into Bokhara,* London 1834. — *Cabool, being a personal narrative of a journey to that city,* London 1842.

(3) *A personal narrative of a journey to the source of the river Oxus.* London 1841.

(4) *Voyages en Perse, dans l'Afghanistan, le Béloutchistan et le Turkestan.* Paris 1860, 2 vol. in-8°. Cette excursion date de 1845.

(5) *Relation d'un voyage dans l'Asie centrale, pendant les années 1862-1864,* par un faux derviche. Paris 1865. — *La Possession de l'Inde.* Paris 1885. Œuvre de polémique.

(6) *Journey through the province of Khorassan in 1875.*

(7) *Bulletin de la Société de géographie de Paris.* Août 1880.

(8) *Tribes of the Hindoo-Koosh.*

(9) *Proceedings,* 1884.

seul européen, croyons-nous, qui ait pu explorer et quitter sain et sauf le Kafiristan, de M. Lessar (1), de sir Peters Lumsden (2) et du major Holdich (3), sans oublier ceux qui payèrent de leur vie leurs audacieuses équipées, les Forbes, les Connolly, etc.

On doit reconnaître que les renseignements sur l'Afghanistan nous viennent surtout des Anglais. Ce n'est pas que les Russes soient restés inactifs dans l'exploration de l'Asie ; mais ils ont assigné pour théâtre à leurs travaux le versant septentrional du continent, abandonnant à leurs rivaux le versant méridional. Ils étaient d'ailleurs trop éloignés de ce pays pour y pousser leurs explorations ; mais, maintenant qu'ils sont arrivés à ses confins, on peut se demander si leur activité ne s'y fera pas sentir à son tour.

Le voisinage des Russes et des Anglais donne au pays afghan une importance considérable.

Il se dresse maintenant, comme un puissant rempart, entre les deux colosses asiatiques : à l'orient, l'empire anglo-indien (4) avec un territoire de 3 000 000 de kilomètres carrés, une population de 260 000 000 d'âmes, environ un cinquième de la population totale du globe, mais avec une armée peu nombreuse (200 000 hommes au maximum); au nord, l'empire des czars, dont le domaine européen et asiatique formait, au 1er janvier 1881, une masse compacte de 19 498 188 verstes carrées (5) peuplées par 120 à 130 millions d'âmes, qui lève 250 000 recrues par an et pourrait mettre sous les armes en cas de danger deux millions de soldats.

Un pays qui jouit d'une pareille situation mérite d'être

(1) *Proceedings*, janvier 1885.
(2) *Proceedings*, 1885.
(3) *Proceedings*, 1885.
(4) Son chiffre annuel d'affaires est de trois milliards et demi.
(5) 4 845 979 en Europe et 14 652 209 en Asie. Général Strebnitsky. *Journal de Saint-Pétersbourg*. 10 juin 1881.

connu. Montrons-en les grandes lignes (1) et, bien que la tâche soit rude, délicate et digne de toute la science de l'érudit, abordons-la résolument.

Toutefois, il est indispensable, pour mieux préciser la situation de ce pays, de jeter d'abord un coup d'œil sur l'orographie de l'Asie intérieure. Sans notions préalables sur ce point, on s'exposerait à des méprises sur la configuration de l'Afghanistan, qui est intimement lié au grand système montagneux dans le centre du continent asiatique. Après cette introduction nécessaire, nous diviserons notre étude en trois parties : nous examinerons d'abord l'orographie de l'Afghanistan ; puis nous étudierons la contrée au point de vue de ses voies de communication (chemins de fer, routes et rivières), de son climat, de sa flore, de sa faune, de sa productivité et de son industrie ; dans la troisième partie, la plus intéressante, nous ferons connaître le peuple afghan, son organisation sociale, politique, judiciaire et militaire.

I

OROGRAPHIE DE L'ASIE CENTRALE.

Un long axe continental, irrégulier, et composé de massifs de hautes terres, divise l'Asie en deux versants : l'un septentrional, l'autre méridional. C'est l'épine dorsale du continent, le diaphragme des géographes grecs, Dicéarque et Ératosthène.

A l'ouest, cet axe est simple.

Il a son origine au sud-ouest de l'Asie Mineure, traverse la Lycie, la Cilicie, l'Arménie, et aboutit à l'angle

(1) On peut consulter les cartes de Chavannes, Freytag, Stanford et Stieler.

sud-est de la mer Caspienne, après avoir porté les appellations successives de Taurus, Anti-Taurus, Karabel-Dagh, Ararat, Kara Dagh, Elbourz. Il suit alors les monts du nord de l'Iran, c'est-à-dire du Khorassan, et par le massif de Do Shakh au sud de Ghurian, il rejoint le Siah-Koh, le Koh-i-Baba, l'Hindou-Kouch et le Karakoroum.

A l'est, la ligne de faîte nous semble double : au nord-est, l'Altaï et le Thian-Chan (monts célestes) : au sud-est, les monts Himalayas (monts neigeux).

Au centre de ce double faîte, se dresse le Kouen-Lun que des auteurs, parmi lesquels Élisée Reclus, considèrent comme le prolongement oriental de l'Hindou-Kouch et des montagnes de l'Asie antérieure. Sir Henry Rawlinson (1) est d'avis que ce rôle revient plutôt au Karakoroum.

Le Kouen-Lun, la plus haute chaîne du monde par l'ensemble de sa masse, se dirige probablement de l'ouest à l'est, du Pamir à ses derniers contreforts orientaux entre le Hoang-Ho (fleuve Jaune) et le Yantze-Kiang (fleuve Bleu), sur un espace de 42 degrés, soit 3825 kilomètres (2).

Plusieurs de ces masses, Himalayas, Kouen-Lun, Altaï, Thian-Chan, ne sont pas des chaînes simples, mais multiples, et ont un développement considérable.

Le Thian-Chan s'étend sur une largeur moyenne de 400 kilomètres et une longueur de 2500 kilomètres environ. Il est vingt-cinq fois plus grand que les Alpes de la Suisse. Son faîte varie de 4000 à 6000 mètres,

Les Himalayas couvrent un espace long de 2500 kilomètres et large de 250. Le colonel Montgomerie croyait pouvoir affirmer, en 1875, à la Société royale de géographie de Londres (3), que M. Johnson, après avoir traversé ces massifs, dans la direction de Yarkand, appréciait leur

(1) Mémoire lu en 1868 à la Société de géographie de Londres.
(2) E. Reclus, *Géographie universelle*, t. VI, p. 4, d'après von Richthofen.
(3) *Proceedings of the Royal Geographical Society*, 1875, p. 343.

largeur à 650 kilomètres ; à notre avis, il y a là exagération évidente.

La chaîne himalayenne possède le sommet le plus élevé de l'Asie et peut-être du globe. Pour les Hindous, c'est le *Gaourisankar;* mais les Anglais, ignorant son véritable nom, l'appelèrent *Mont Everest.* Il se dresse dans l'Himalaya du Népal par 27° 59′ 3″, lat. N. et 86° 54′ 7″ long. E. Gr. (1), à l'altitude de 8889 mètres (8840 mètres seulement d'après l'atlas de Stieler). Il a donc 1669 mètres de plus que l'Aconcagua, le pic le plus haut des Andes et 4079 mètres de plus que le géant des Alpes, le mont Blanc.

On cite encore le Kitchindjinga (8588 mètres), le Dawalagiri (8486 mètres), et le Djawahir (7846 mètres).

Les glaciers des Himalayas sont superbes. Dans la partie occidentale se trouve le *Remou*, d'une altitude de 7800 mètres environ et d'une longueur de 35 kilomètres.

Plusieurs de ces colosses asiatiques sont couverts de neiges éternelles. En 1877, dans un rapport adressé à l'Académie des sciences de Berlin , Hermann Schlagintweit comparait la limite de ces neiges avec celles des Alpes suisses. Sur les monts Neigeux, elle est à une altitude de 16 600 pieds (2) ou 5210 mètres sur le versant septentrional, et de 16 200 pieds ou 5085 mètres sur le versant méridional. Dans le Kouen-Lun, cette limite n'atteint que 4739 mètres sur le flanc nord, et 4959 sur le flanc sud. Enfin les neiges des Alpes sont à une hauteur de 2793 mètres au nord et de 2887 mètres au midi (3).

Il est souvent question, dans la géographie de l'Asie centrale, du Karakoroum et du Bolor.

(1) Robert de Schlagintweit, *Exploration de la haute Asie.*

(2) Le pied de Prusse vaut 0m3139.

(3) En Afrique, le pic de *Kénia,* situé au sud de l'équateur, entre le lac Victoria Nyanza et la côte, a une altitude de 4600 mètres environ. La limite des neiges éternelles est à 3600 mètres. Joseph Thomson, *Au pays des Massaï.* MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE, 3 octobre 1886.

Le Karakoroum « pays des moraines » projette ses sommets à l'est du Pamir, parallèlement à l'Himalaya et forme la limite septentrionale des états du Maharajah de Kaschmir. Prolongement oriental de l'Hindou-Kouch, il se continue à l'est, au nord de la vallée du Satledj par les monts Gangri, Tsang (qui passent au sud du Tengri-nor) et Tang-la.

Il forme la ligne de partage des eaux entre le Thibet et le Turkestan chinois (1).

Un de ses sommets le *Dapsang*, se dresse à 8619 mètres (2). C'est un gigantesque amas de glaciers, dont, au dire de M. de Ujfalvy, plusieurs semblent avoir l'étendue d'un royaume européen. « Nos Alpes, dit-il (3), ne sont qu'une édition réduite, et qu'on nous passe cette traduction littérale du pittoresque terme germanique *Taschen-Ausgabe*, qu'une édition de poche de l'Himalaya et du Karakoroum. »

M. Robert Shaw, planteur de thé à Kungra, combat l'existence du Karakoroum comme chaîne de montagnes. Pour lui, il n'y a pas plus de chaîne de Karakoroum qu'il n'y a de chaîne du Bolor (4), et c'est l'appellation de *Muz-Tagh* qui devrait être employée.

Quoique la science n'ait pas ratifié ses conclusions, nous trouvons cependant les deux dénominations sur la dernière édition de la carte 58 de l'atlas de Stieler.

Le mythe du Bolor est né au XVIIIe siècle, d'une fausse

(1) Vivien de Saint-Martin, *Année géographique.*

(2) Sans vouloir diriger de mesquines critiques contre les remarquables travaux de l'Institut Justus Perthes, à Gotha, nous nous permettrons néanmoins de relever plusieurs différences d'altitude, quelques-unes assez notables, sur les cartes de l'atlas de Stieler, édition 1886.

Carte 58.		*Carte 59.*	*Carte 62.*
Pic de Demavend :	6130 m.	—— 5628 m.	26086 pieds ou 7951 m.
Mont de Dapsang :	8620 „	—— 8619 „	
Téhéran :	1160 „	—— 1280 „	4142 pieds ou 1262 m.
		Herat : 808 „	2500 „ „ 762 „
		Caboul : 1959 „	6400 „ „ 1951 „

(3) *Aus dem westlichen Himalaya.*

(4) *Geological Magazine,* 1874.

interprétation donnée par les jésuites aux travaux du missionnaire portugais Bénédict Goëz (1). Ils considéraient le Bolor comme une chaîne de montagnes, et appliquaient ce nom au talus oriental du Pamir.

En 1843, Alexandre de Humboldt donnait à cette erreur la sanction de sa haute autorité scientifique. Et voilà comment le Bolor ou Belourtagh devint la chaîne méridienne, longue de 290 lieues et base du système orographique de l'Asie. L'école allemande surtout adopta les idées du maître.

Il a fallu les explorations contemporaines et notamment les remarquables travaux (1870-1880) de deux savants géologues russes, MM. Severtzoff et Mouschketof (2), pour avoir raison de ces théories. La campagne qu'ils ont entreprise avec sir Henry Rawlinson (3) et le colonel Yule a eu pour résultat de bannir la dénomination arbitraire de Bolor, en tant que chaîne de montagnes (4), du domaine de la science géographique.

(1) Son voyage en Asie centrale remonte à 1603.

(2) M. Mouschketof a contribué, avec M. Venioukof et le général Kolpatovsky, à ruiner la théorie du volcanisme de l'Asie centrale. Se basant sur des données, empruntées à des sources chinoises, qu'Alexandre de Humboldt vint fortifier, le monde scientifique croyait à l'existence de volcans en Asie centrale. Des explorations sérieuses et l'étude de la structure géologique de localités dites volcaniques, ont permis d'établir la fausseté de cette doctrine. Les Chinois, encore une fois, avaient joué la science européenne. Il faut attribuer cette erreur à ce qu'on a trouvé de grandes quantités de charbon de terre qui s'étaient calcinées dans les territoires avoisinant le Thian-Chan où existent de forts gisements de houille, et parfois aussi des cavernes exhalant de la fumée et des gaz grisâtres. *Messager officiel russe* dans l'Exploration, 1881, t. XII, p. 573.

(3) Proceedings of the Royal Geographical Society of London, 1872. *Monography of the Oxus.* " C'est le pivot de cette géographie fantaisiste qui, pendant plus d'un siècle, surtout depuis Klaproth et Macartney, a envahi nos cartes et nos atlas. „

(4) *Bolor* ne serait-il pas le nom d'un peuple ou d'une tribu ? L'abbé Gueluy a publié dans le Muséon de 1885 la traduction d'une " *Description de la Chine occidentale faite par un voyageur* „. Ce travail, où il est question, p. 500, des Bolor, *race* de Musulmans, à l'ouest d'Yrakand, date de 1804. Il est fait d'après celui que Tch'ouenn, mandarin chinois, publia en 1778. L'auteur y parle des Bolor qui donnaient leurs enfants en tribut aux riches musulmans. Le major Biddulph nous apprend aussi que le nom de Bolor est

L'ancienne appellation chinoise de *Tsoung-Ling* « monts des Oignons », adoptée par les pèlerins bouddhistes, est aujourd'hui employée par bon nombre de géographes. La Russie, l'Angleterre et l'Allemagne (1) ont tracé la voie. Aux autres pays à suivre leur exemple et à rompre une bonne fois avec la routine, en rayant le mot Bolor de leurs manuels et atlas.

Au milieu des massifs de l'Asie centrale, soutenus, limités ou dominés par eux, se dressent d'immenses plateaux. Citons le grand plateau central ou plateau de Mongolie, composé du Turkestan chinois et du désert de Gobi, le Thibet, l'Hindoustan, le Pamir et l'Iran.

Ces plateaux sont comme un second continent, qui appuie sa charpente de roche et de granit sur les plaines de l'Asie inférieure.

D'après le colonel russe Préjevalsky qui vient de parcourir ces régions, le désert de Gobi mesure plus de 4000 verstes ou de 4267 kilomètres de longueur de l'ouest à l'est, du Pamir à Khingan, et 1000 verstes ou 1066 kilomètres de largeur du nord au sud. L'hiver y est très rigoureux et les chaleurs de l'été sont sénégaliennes.

M. de Lapparent estime que le Thibet présente une superficie de 2400 kilomètres de longueur avec une largeur moyenne de 600 kilomètres. Il n'y a pas un seul point dont l'altitude ne soit supérieure à 4000 mètres. Élisée Reclus donne une étendue de 1700000 kilomètres carrés, soit trois fois le territoire de la France.

Le Pamir (2) est appelé par les Orientaux Bam-i-Duniah, « Toit du monde ». Pour le lieutenant Wood, il est le *radiating point*, le véritable nœud orographique et

appliqué par les Kirghizes au district du Chitral et que, d'après le général Cunningham, cette même dénomination, altérée en *Palor, Balors, Balornts*, est donnée à la ville d'Iskardo.

(1) Les cartes de Stieler ne portent pas cette appellation.

(2) Voir dans cette Revue, 20 octobre 1883, la belle étude sur le *Pamir* du R. P. Van den Gheyn, comme aussi *Le Pamir*, travail publié en 1876 par M. J. B. Paquier.

hydrographique de l'Asie centrale. M. Severtzoff est d'avis que ce n'est pas un véritable plateau, mais bien un vaste système de montagnes, entrecoupé de vallées, dont la largeur ne dépasse pas 30 milles.

Le Pamir a une superficie de 80 000 kilomètres carrés, plus du double de celle de la Belgique. Son altitude moyenne est de 4000 mètres. Le froid y est très vif, et du commencement de mars à la fin de septembre la neige est assez abondante.

Les peuplades du Pamir sont réparties en cinq districts : à l'est le Sarikol, aux mains des Chinois; sur les pentes occidentales, le Darwaz et le Rochan, qui sont sous la dépendance de l'émir de Boukhara ; le Chignan et le Wakhan, au pouvoir d'Abdurhaman, souverain de Caboul.

Le plateau de l'Iran comprend la plus grande partie de l'Afghanistan, du Béloutchistan et de la Perse.

Dans un résumé fait d'après une dissertation insérée au tome premier de l'*Hérodote* de Georges Rawlinson, le R. P. Delattre (1) s'exprime ainsi à ce sujet : « L'Iran est un immense plateau terminé au nord par la chaîne de l'Elbourz (2), qui, se détachant des monts de l'Arménie, court vers la mer Caspienne dont elle longe le rivage méridional et va bien au delà, suivant la même direction, se joindre à l'Hindou-Kouch au-dessous de Caboul; à l'ouest, par le Zagros, qui se développe sur la rive gauche du Tigre en cinq ou six rangées parallèles de hautes montagnes dans le sens du fleuve, jusqu'au Farsistan; au sud, par une ligne de collines qui longe la Perse et le Béloutchistan, se tenant toujours à une faible distance de la mer des Indes; à l'est, enfin, par le Soliman et d'autres montagnes qui le séparent de la vallée de l'Indus. Le quadrilatère ainsi formé surpasse en étendue la Prusse, l'Autriche et la France. »

(1) *Le Peuple et l'empire des Mèdes jusqu'à la fin de Cyaxare,* dans les Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique, 1883, p. 2.

(2) L'Elbourz prend naissance vers le 46e degré de longitude, où il mesure en largeur 32 kilomètres pour en atteindre 300 à son extrémité orientale.

II

OROGRAPHIE DE L'AFGHANISTAN.

L'Afghanistan proprement dit a pour limites naturelles au nord, l'Hindou-Kouch et ses prolongements occidentaux ; à l'est, les monts Soulaïman.

Considéré comme état politique, il a beaucoup plus d'étendue, mais ses frontières sont purement conventionnelles et généralement assez mal déterminées.

La frontière septentrionale, dont la connaissance nous paraît surtout importante, a été fixée par le traité de 1873 (1) conclu entre les chancelleries russe et anglaise. Elle suivait le Pendja, cours supérieur de l'Oxus, qui a sa source dans le lac Victoria. Cette limite doit aujourd'hui être reculée vers le nord; car, en 1883, l'émir de Caboul, sans souci du traité, fit occuper par ses troupes le district pamirien de Chignan, sur la rive droite du Pendja. Puis la frontière longeait l'Oxus proprement dit jusque près du village de Khodja-Saleh, et traçait de là une ligne idéale jusqu'à Robat Abdulan-Khan, sur le Mourgab, et de là à l'Héri-Rud, au sud de Sarakhs.

A la suite du conflit qui éclata en 1884 entre Afghans et Russes, ces dernières limites furent de nouveau modifiées.

Par convention (2) conclue le 10 septembre 1885, la frontière part de l'Héri-Rud à deux verstes (3) environ en aval de la tour de Zulficar, située à 80 milles de Sarakhs, passe au nord de Kehriz-Soumé qui reste aux Afghans, et traverse l'Egri-Gueuk, laissant Islim à la Russie. Après

(1) Par ce traité l'Afghanistan s'augmentait du Wakhan, du Badakchan, du Koundouz, de Balk, Meimené, etc.

(2) Convention tout à l'avantage de la Russie qui s'est réservé la majeure partie des pâturages, des terres cultivées et le nœud de plusieurs routes menant au Sefid-Koh.

(3) La verste russe vaut 1k0668.

avoir suivi les crêtes des collines, qui bordent la rive droite de l'Egri-Gueuk et du Kouschk, jusqu'à Hauzi-Khan, le tracé forme une ligne presque droite jusqu'à un certain point sur le Mourgab, au nord de Méroutchak, fixé de manière à céder à la Russie les pâturages et les terres cultivées des Saryks.

A l'est du Mourgab, la frontière suit une ligne au nord de la vallée de Kaïssor et à l'ouest de celle de Sangalak (Abi-Andkoï), et rejoint Khodja Saleh sur l'Oxus.

A l'ouest, au sud et à l'est, le pays confine à la Perse, au Béloutchistan et à l'empire anglo-indien.

Ainsi limité, l'Afghanistan est compris entre 60° 48′ et 74° 42′ long. E. Gr; 29° 26′ et 38° 22′ lat. N. environ.

Du nord-est au sud-ouest, du seuil de Baroghil (3658 mètres), situé au nord du Kafiristan à la dépression marécageuse du Hamoun (390 mètres d'après M. Lentz, membre de l'expédition russe de 1878), il forme un immense plan incliné (1) de forme quadrangulaire et d'une altitude moyenne considérable (2). Il mesure 950 kilomètres de l'est à l'ouest (parallèle de Péchawer) et 840 du nord au sud (méridien de Khodja-Saleh). Sa superficie approximative est de 773 350 kilomètres carrés, soit 638 350 pour l'Afghanistan proprement dit et 135 000 pour le Turkestan afghan (3).

Le pays est essentiellement montagneux, surtout au nord-est et à l'est. La partie nord-orientale, au sud de l'Hindou-Kouch, a un caractère particulier.

Le Kafiristan et le Chitral constituent une région très

(1) Vivien de Saint-Martin l'appelle un plateau montagneux. *Dictionnaire de géographie.*

(2) 6000 pieds anglais, soit 1829 mètres, d'après Rodenbough, *Afghanistan and the Anglo-Russian dispute*, 1885.

(3) É. Reclus, *loc. cit.* L'empire austro-hongrois ne compte que 624 040 kilomètres carrés. Les géographes ne sont pas fixés sur la superficie de l'Afghanistan. Les uns lui donnent l'étendue de l'Allemagne, soit 539 740 kilomètres carrés; d'autres, parmi lesquels le Bureau de statistique de l'Inde, vont jusqu'à doubler cette superficie. Ces divergences sont dues à l'inexacte délimitation des frontières et à la nature accidentée du sol.

tourmentée ; c'est une barrière quasi-insurmontable ; les passages y sont particulièrement difficiles, les accès sauvages et élevés.

La contrée devient moins alpestre à mesure qu'on avance vers l'ouest. Les hautes terres diminuant de puissance, les altitudes sont moins fortes et les défilés plus aisés à franchir.

D'après le capitaine Le Marchand (1), « c'est dans le sud un désert de sable, dans le nord une steppe aride, et au milieu de tout cela des massifs et des chaînes de hautes montagnes qui rappellent la Suisse. »

On sait déjà que deux puissantes crêtes constituent les limites naturelles du plateau afghan au nord et à l'est ; à l'est les Soulaïman-dagh ; au nord l'Hindou-Kouch, le Koh-i-Baba, le Siah-Koh, le Sefid-Koh et le Tirband-i-Turkestan, auxquels on donne parfois la dénomination classique de Paropamisade.

Entre ces deux imposants systèmes qui emprisonnent les vallées et les rivières afghanes, courent dans tous les sens, se ramifiant, s'entrecroisant, s'enchevêtrant, de nombreuses arêtes assez faciles à traverser et dont l'altitude diminue plus on se dirige vers le sud. La topographie du pays n'est pas assez connue pour nous permettre de leur donner des noms et surtout de les décrire. Nous ne donnerons que les traits caractéristiques des principales arêtes montagneuses.

Qu'on nous permette ici une digression.

Les études géographiques se réclament aujourd'hui de deux écoles à tendances bien différentes et présentant, chacune, leurs écueils.

Pour les uns, il s'agit de brosser de magnifiques panoramas avec de brillants effets de soleil, et d'exciter l'enthousiasme qu'éprouvent les ascenseurs des monts helvétiques. Ce sont des « dômes puissants », des « châteaux gothiques

(1) *Campagne des Anglais dans l'Afghanistan* (en 1879), p. 108.

aux découpures bizarres », des « asiles enchantés », des « palais de fées », que sais-je, le tout taillé dans les rochers éternels.

Descriptions attrayantes, sans doute, mais géographie trop souvent fantaisiste, qui sacrifie l'utile à l'agréable et est, à notre avis, incompatible avec la vraie science.

La seconde école ne pense pas qu'il faille donner aux études de géographie physique de ces parures qui captivent sans instruire. Leur unique charme doit résider dans la vérité ; il faut s'en contenter, dût le sujet traité de cette façon être même quelque peu aride et présenter une écorce rugueuse.

L'orographie surtout, objet de ce premier article, se trouve alors dans des conditions défavorables, et pourtant son importance est capitale.

N'est-elle pas à un pays ce que l'anatomie est au corps humain ?

Pas de connaissance sérieuse de la machine animale sans bonne étude anatomique. Ainsi en est-il de l'orographie. Les montagnes sont le squelette des continents, et sur ce squelette viennent se rattacher les voies de communication, ferrées, fluviales ou terrestres, le climat, la faune, la flore, les populations. L'orographie doit donc constituer la base fondamentale de toute étude géographique. En ce qui concerne l'Afghanistan, son manque d'agrément sera, croyons-nous, compensé par l'intérêt que doit offrir la connaissance d'un pays qui joue un si grand rôle en Asie et peut être appelé à servir de digue à l'extension indéfinie du colosse moscovite.

Au nord, se dresse le puissant et majestueux soulèvement de l'Hindou-Kouch « meurtrier des Hindous », plus rarement appelé Hindou-Koh « mont des Hindous ». Les historiens d'Alexandre, pour flatter l'orgueil du conquérant, lui donnèrent la dénomination de *Caucase*, à laquelle des auteurs modernes ajoutèrent le mot *indien*.

D'après Élisée Reclus (1), « la limite de séparation entre l'Himalaya, l'Hindou-Kouch et le Karakoroum est purement conventionnelle..... le pays n'est qu'un labyrinthe de massifs et de chaînons qui se rattachent diversement aux arêtes principales, soit par la nature géologique des roches, soit par la forme du relief ou la direction moyenne des rangées; les trois systèmes orographiques s'entremêlent et se pénètrent ». Toutefois il est généralement admis que l'Hindou-Kouch a son origine au nord de la vallée de Yassin, au col de Baroghil, où ses contreforts s'unissent à ceux du Karakoroum. L'interruption entre les deux chaînes est presque complète.

En effet, le Baroghil n'a que 3658 mètres, tandis que les masses qui le dominent en ont 4000, 5000 et au delà.

Du 73° 30′ long. E. Gr., l'Hindou-Kouch s'étend jusqu'au 67° 50′ long. (col de Hadjikak). Il embrasse donc 5° 40′, ce qui fait un développement de 630 kilomètres (2).

Après avoir formé, du Baroghil à la passe de Nuksan, la limite méridionale du Pamir, il court dans la direction sud-ouest pour se terminer au Koh-i-Baba. Sur ce parcours, il constitue la ligne de séparation entre les bassins de l'Indus et de l'Oxus.

Plusieurs auteurs anglais considèrent l'Inde comme une puissante forteresse qui s'appuierait à l'ouest à l'Afghanistan.

Pour Markham (3), l'Hindou-Kouch est « la crête du parapet de la forteresse. Les talus du Kunduz et du Badakchan en sont le glacis, et l'Oxus l'infranchissable fossé ».

Ce système montagneux est le plus élevé de l'Afghanistan.

(1) *Géogr. Univ.*

(2) D'après Markham (*P. R. G. S.* 1879), le développement n'est que de 300 milles ou 480 kilomètres environ.

(3) *P. R. G. S.* 1885, p. 110.

Sa hauteur moyenne est de 4200 mètres d'après les uns; de 6000 mètres d'après d'autres. Sa largeur, à l'ouest de Bamian, est de 350 à 400 kilomètres (1).

La ligne des neiges éternelles est à l'altitude de 4500 mètres environ, mais elle est plus basse sur le versant du nord que sur celui du sud.

Au nord, la pente de l'Hindou-Kouch est rapide. Kunduz, à 180 kilomètres de la crête, n'est qu'à 152 mètres au-dessus du niveau de la mer. La pente méridionale est plus douce : c'est une succession de gradins dont l'inclinaison n'a rien d'excessif.

Les hautes terres, où s'agitent des populations assez denses, ayant leurs industries, leurs institutions, leur vie propre (2), sont traversées par des chemins qui gravissent des passes de 3500 et 4000 mètres. « La crête de l'Hindou-Kouch, dit Élisée Reclus, présente les passages les plus fréquentés de tout temps entre les plaines du Turkestan et la vallée de l'Indus; de là l'extrême importance militaire de l'Afghanistan et son rôle plus grand encore dans l'histoire du commerce et des migrations. »

Ces passages ne sont pas tous également suivis par les voyageurs et les caravanes.

Parmi les plus remarquables figurent les suivants :

D'abord le *Baroghil*, d'ascension aisée et d'une altitude de 3658 mètres. Ce défilé, le moins élevé de l'Hindou-Kouch, n'est pas un col proprement dit, mais bien un large seuil herbeux, praticable aux voitures (3) neuf mois de l'année.

Point de passage entre les districts de Wakhan et de Chitral, le Baroghil met en communication l'Indus et l'Oxus. Deux artères se détachent du premier fleuve pour aboutir au Baroghil. On suit le Caboul, le Kunar, le

(1) Paquier, *Asie centrale*, p. 90. Reclus en estime la largeur à 200 kilom.
(2) Biddulph, *Tribes of the Hindoo-Koosh.*
(3) Biddulph, *Tribes of the Hindoo-Koosh.*

Chitral (1) et le Mastoudj, nom donné au cours supérieur du Kunar, ou bien il suffit de remonter les hautes vallées de Gilgit et d'Yassin et de franchir la Darkott Pass.

Du Baroghil on descend au haut Oxus par le Sarhadd, un de ses tributaires.

En été, la brèche présente de riches pâturages ; les neiges l'obstruent une bonne moitié de l'hiver.

La seconde passe est celle du *Nuksan* « pas du malheur », à 5029 mètres, au fond de la vallée d'Arkari, dont l'entrée est commandée par la forteresse d'Andorthé (2). Cette passe qu'on atteint en contournant le Tiritch Mir à l'ouest, est d'un accès fatigant et n'est praticable que pendant l'été. Sa crête est couverte de glace. Quoique, à partir d'octobre, il soit impossible de s'y frayer un passage à cause des neiges, les caravanes en route pour le Badakchan préfèrent suivre le Nuksan, plutôt que de s'aventurer dans la *Dora*, qui n'a que 4267 mètres d'altitude et présente aux bêtes de somme beaucoup moins de difficultés d'ascension. C'est que les indigènes de la Dora sont la terreur des voyageurs.

La neige abonde au Nuksan dès le mois de novembre.

D'après Mac Nair (3), les deux derniers défilés ne seraient ouverts que trois mois par an à la circulation.

Du col de Kawak (4025 mètres) à celui d'Hadjikak, c'est-à-dire sur un développement de 220 kilomètres, Markham (4) signale seize brèches d'une altitude de 3500 à 4500 mètres. Citons entre autres : le *Thal*, franchi par Tamerlan ; le *Kushan* (4500 mètres). Ce long défilé, d'un abord facile, est fort fréquenté, quoique obstrué par les neiges du 1er novembre au 15 juin (5). Le *Tchibr*, par où passa le sultan Baber, descend vers le Surk-ab, qui tra-

(1) A Caboul, la vallée de Chitral est appelée « la porte du Turkestan ». Sir Henry C. Rawlinson, dans *Proceedings*, 1868.

(2) Mac Nair, *P. R. G. S.*, 1884.

(3) *P. R. G. S.*, 1884.

(4) *P. R. G. S.*, 1879.

(5) Markham, *loc. cit.*

verse Bamian. Le fameux *Hadjikak* (3710 mètres) est d'accès pénible, mais très suivi par les caravanes, auxquelles il n'est ouvert que sept mois par an. Il est plus connu sous le nom de « porte de Bamian », sans doute parce qu'il conduit à cette localité. C'est en ce point qu'Alexandre le Grand franchit la chaîne du Caucase indien, en dix-sept jours d'après Quinte-Curce, en dix jours seulement au dire d'Arrien. L'*Irak* (3932 mètres) est très abordable. La route, à la montée et à la descente, va en pente assez douce. Au sommet, se dresse un plateau froid, couvert de neiges et toujours balayé par des vents violents.

Des deux côtés de l'Hindou-Kouch, mais surtout au sud, on connaît quelques ramifications ou chaînes assez puissantes.

Les monts *Lahori* naissent à l'extrémité occidentale du Karakoroum (6858 mètres). Ils se dirigent au sud-ouest entre la vallée du Mastoudj et celle du Pandjkora, et vont se croiser avec les promontoires du Sefid-Koh oriental dont ils sont séparés par la rivière de Caboul.

Leur altitude, généralement supérieure à celle de l'Hindou-Kouch, décroît à mesure qu'on se rapproche de cette rivière. Un pic, situé à 40 kilomètres au sud-ouest du seuil de Baroghil, a 6838 mètres (1): à la hauteur de Chitral est une cime de 5760 mètres. Près de Chigar-Séraï (environ 35° lat. N.) la chaîne à 3048 mètres, plus bas 2438, et non loin du Caboul Daria 1525 mètres (2).

Entre les Lahori et l'Hindou-Kouch s'étend un vaste espace triangulaire « occupé presque en entier par des montagnes qui s'abaissent graduellement vers le sud-ouest (3). » Plusieurs mesurent plus de 4000 mètres.

Par 36° 30′ lat. N. et 72° long E. Gr. environ, l'Hindou-Kouch a une élévation moyenne de 4876 mètres.

(1) Reclus, *Géogr. Univ.*, t. IX, p. 32.
(2) Markham, *loc. cit.*
(3) Reclus, *ouvr. cité*, t. IX, p. 34.

Il lance au sud, près de la passe de Nuksan, un chaînon de même altitude où se dresse, à 2743 mètres, un puissant sommet, le Tiritch Mir. Celui-ci est donc à 7819 mètres ou 25 426 pieds (1) au-dessus du niveau de la mer. C'est le levé trigonométrique du colonel Tanner.

A l'est de la passe d'Andjouman, se détache de la chaîne une ramification très importante, orientée vers le sud-ouest. A 100 kilomètres de l'Andjouman, près de Tcharikar, elle est coupée par le Gorband, le Parwan et le Pandjchir, affluent du Caboul. C'est au delà de ces trois brèches, par environ 69° long. E. Gr., que commence la chaîne de Pagman (2).

D'un développement supérieur à 300 kilomètres, elle sépare la vallée de l'Hilmend de la plaine de Daman-i-Koh et de la vallée de l'Argand-ab. Ses versants sont coupés de nombreuses ravines, où croissent des mûriers et autres espèces d'arbres fruitiers. Le Pagman est traversé, à la passe d'Uniah, 3450 mètres, par la route de Caboul à Bamian.

Du Pagman se détache vers l'est le Scher-Dahan dont une brèche est à l'altitude de 2743 mètres. Il s'étend au nord de Gazni, et est prolongé par l'Uruk-Koh, avec lequel il sépare le bassin du Caboul de celui de l'Abistada.

Avant d'en finir avec l'Hindou-Kouch, il nous paraît intéressant d'emprunter à un petit travail (3) de M. Paquier une page où se trouve esquissée une coupe nord-sud de l'Afghanistan. « C'est de Balk, que nous devons partir. Balk, autrefois Bactres, ville florissante et célèbre, rivale de Samarcande et berceau de la doctrine de Zoroastre, aujourd'hui bien déchue de son antique splendeur, ne vit plus pour ainsi dire que des glorieux souvenirs de son passé... Aucun monument ne peut y arrêter le touriste. Passons et remontons l'étroite et longue vallée que creuse

(1) Mac Nair, *P. R. G. S.*, 1884, p. 3.
(2) Reclus, *loc. cit.*
(3) *L'Asie centrale à vol d'oiseau*, pp. 89 et seqq.

une rivière quelconque et qui doit nous conduire au sommet de l'Hindou-Kouch. Nous allons « par monts et par vaux », escaladant des hauteurs que percent des cols d'accès souvent difficile, pour retomber immédiatement dans des bas-fonds resserrés, au milieu de masses dénudées, et remonter de nouveau brusquement jusqu'à l'entrée d'un autre passage plus étroit encore que le premier. Nous parcourons ainsi près de trois degrés de latitude en ligne droite, sans sortir d'un vaste système de montagnes entrecoupées de vallées, de précipices et de cols nombreux.

» Nous voyons là un soulèvement considérable de 350 à 400 kilomètres de large, d'origine volcanique et profondément travaillé par les révolutions intérieures du globe, où tout se croise et se confond, sans permettre à l'œil le plus exercé de trouver une ligne de faîte nettement définie.

» Et cependant nous sommes là sur la grande route historique suivie, dès la plus haute antiquité, par tous les conquérants asiatiques qu'attirait au midi la renommée des Indes... Alexandre le Grand..., Gengis-Khan, Tamerlan et Baber...

» Remontons plus au sud, pour arriver au pied même de l'Hindou-Kouch ; nous nous trouvons en présence de ruines grandioses, d'idoles en pierre, d'inscriptions, etc., qui ont rendu célèbre la vallée de Bamian.... Mais nous voici au sommet de l'Hindou-Kouch et sur la limite même de l'Afghanistan proprement dit ou Caboulistan.

» Le Caboulistan forme comme une énorme forteresse de 45 000 k. c. de superficie et d'une altitude moyenne de 1800 à 1400 mètres..... Adossé du côté du nord et du nord-ouest au Caucase indien, le Caboulistan va en s'abaissant, étage par étage, jusqu'aux basses plaines de l'Indus, dont le col de Khaïber lui livre l'entrée ; et chacun de ces étages forme comme un compartiment distinct, qui ne communique avec le compartiment voisin que par une porte étroite et généralement fort difficile à franchir.

» En arrivant de l'Hindou-Kouch, nous trouvons d'abord le Koh-i-Stan, de 2800 à 3000 mètres d'élévation ; puis le Koh-i-Daman, à 2500 mètres ; le territoire de Caboul à 2100 mètres ; le Lamghan à 1400 mètres ; le Jalalabad à 700 mètres et, enfin, Lalpoura à 450 mètres, qui nous conduit à l'extrême frontière anglo-indienne.

» Quant à la région du nord-est, on y voit se creuser, dans la direction du Pendjab, de l'Hindou-Kouch oriental et des Himalayas, d'étroites et longues vallées appelées le Kafiristan, le Yassin et le Chitral. »

Continué à l'est par les monts Karakoroum, le Caucase indien est en quelque sorte prolongé à l'ouest par le massif du Koh-i-Baba.

Les deux systèmes, en se soudant, forment un puissant nœud orographique où se trouvent les sources du Caboul, de l'Hilmend et de l'Ak-Seraï ou rivière de Kunduz.

Dans le langage imagé des indigènes, le Koh-i-Baba, c'est le « père des montagnes ». Il forme une masse presque isolée de 4870 mètres de hauteur, avec sommets de 5000 et 5334 mètres couverts de neiges éternelles (1).

Du 66° 20′ long. E. Gr. (col de Hadjikak), il se prolonge jusqu'au 67° 50′ environ, soit un développement de 160 kilomètres (2), où l'on ne voit aucune trace de végétation.

Sa direction générale est de l'est à l'ouest. Il forme avec le Siah-Koh le faîte de séparation entre les bassins de l'Oxus et de l'Hilmend.

Du Koh-i-Baba se détache le Siah-Koh ou « montagne noire ». Au nord de celui-ci, courent dans des directions parallèles deux autres massifs montagneux, le Sefid-Koh et le Tirband-i-Turkestan.

Jusque aujourd'hui les cartes et les données géogra-

(1) Markham, *loc. cit.*
(2) 100 milles d'après Markham, *P. R. G. S.* 1879, p. 192.

phiques relatives à cette partie de l'Afghanistan étaient incomplètes et inexactes. Grâce aux travaux persévérants de la Commission de délimitation de la frontière afghane, de nombreuses erreurs disparaissent, et l'on peut prévoir le jour prochain où le pays sera parfaitement connu.

Comme nous l'avons dit au début de ce travail, le Siah-Koh forme, par sa jonction avec les montagnes du Khorassan, c'est-à-dire avec le Karah-Koh, le faîte de partage du continent asiatique. Le point de soudure est le *Do Shakh*, sommet situé au sud de Ghurian, par environ 34° 15′ lat. N. et 61° 30′ long. E. Gr., mesurant 7500 pieds (2286 mètres), et non 12 200 pieds comme le renseignent certaines cartes contemporaines, entre autres celles du colonel Stewart (1).

Au nord, la « montagne noire » est séparée du Sefid-Koh par la vallée de l'Héri-Rud, qu'il sépare de son côté du bassin de l'Hilmend et des rivières tributaires du lac de Seïstan.

D'après le major Holdich (2), le Siah-Koh est d'assez faible altitude au sud de Hérat ; Markham lui donne 6500 pieds ou 1981 mètres.

Du 66° 20′ au 61° long. E. Gr., il couvre un espace de 593 kilomètres, à peu près la longueur de l'Hindou-Kouch.

Voilà donc, flanquant tout le nord de l'Afghanistan, un formidable rempart de plus de 1300 kilomètres, dont les Anglais, peut-on dire, commandent les divers accès.

Le Sefid-Koh occidental ou « montagne blanche », long de 475 kilomètres, est compris entre 66° 20′ et 62° 5′ long. E. Gr., point où il se soude aux monts Borkout par le col d'Ardevan.

Cette chaîne sépare les sources du Mourgab du cours supérieur de l'Héri-Rud, qui baigne sa base sur une

(1) *P. R. G. S.*, 1886.
(2) *P. R. G. S.*, 1885. *Afghan Boundary commission*, p. 276.

grande étendue. Elle se compose de grès très résistants. Pas plus que l'Hindou-Kouch, elle n'est formée par une seule arête se profilant sur une grande étendue, mais bien par divers chaînons d'inégale altitude.

Des neiges éternelles (1) recouvrent en tout temps ses cimes élevées. Ce phénomène, il est vrai, ne se manifeste que dans la partie orientale de la masse montagneuse, où certains sommets mesurent plus de 3000 mètres.

L'altitude, qui décroît à mesure que l'on avance vers l'ouest, n'atteint que 1000 à 1600 mètres au nord et au nord-ouest de Hérat.

Les qualifications ne manquent pas au Sefid-Koh; pour sir Peters Lumsden (2), les montagnes du nord de Hérat s'appellent : monts Barkhout à l'ouest (nous en reparlerons), Siah Bubuk au centre, et Koh-i-Baba (3) à l'est.

Tout en reconnaissant que le général anglais applique avec beaucoup d'à propos à chaque masse le mot propre sous lequel elle est connue dans le pays, sir Henry Rawlinson (4), dont on connaît la compétence en la matière, ajoute cependant que sa nomenclature est contraire à l'usage, et que ces montagnes sont ordinairement désignées sous le nom de *Paropamisus*, terme employé par les classiques grecs.

Au nord-est de Hérat, le Sefid-Koh est traversé par trois passes bien connues, qui servent de voies commerciales (5) à certaines saisons : l'Ardevan, 1605 mètres, le Zirmust, et enfin le Karrel-i-Baba, 1920 mètres, interdit aux caravanes de décembre à mai à cause des neiges (6) et point de passage de la route de Meïmené. D'après le capitaine James Abbott et le colonel russe

(1) J. Ferrier, *Voyages en Perse, dans l'Afghanistan, etc.*, t. I, p. 444.
(2) *Proceedings*, 1885.
(3) Ne pas confondre avec la chaîne de même nom qui prolonge l'Hindou-Kouch.
(4) *Proceedings*, 1885, p. 581.
(5) *Proceedings*, 1885. Major Holdich.
(6) *Bulletin de la Société de géographie de Paris*, août 1880.

Grodekoff qui franchit ce défilé, la traversée des brèches serait pénible et leur accès difficile, voire même dangereux.

A partir du col d'Ardevan, le Sefid-Koh change de nom; ce sont les monts Borkhout (1) pour les uns, monts Kaïtou pour les autres (par exemple, Stieler). Nous adoptons la première dénomination, car elle est employée par les membres anglais de la Commission de délimitation et par M. Lessar, ingénieur russe qui parcourut cette partie du territoire afghan en 1882 et en 1884.

Les monts Borkhout forment donc le prolongement du Sefid-Koh.

Composés de diverses arêtes, de directions presque parallèles, ils présentent, du col d'Ardevan à celui de Chasma Sabz, une dépression bien caractérisée où l'on ne rencontre qu'ondulations et collines peu élevées (2). Les ramifications les plus méridionales, donc les plus voisines de l'Héri-Rud, ont le moins de hauteur. Même, vers Kushan, le pays est absolument plat et uni, et n'offre pas d'obstacles à la marche. Le voyageur peut se rendre aisément en calèche, en « four-in-hand », de Saraks à Hérat (3). La chaîne est assez riche en puits et en sources dont l'eau est potable aussi longtemps qu'elle n'a pas traversé un sol imprégné de sel. De plus, elle présente diverses brèches qu'il serait aisé de rendre carrossables, parmi lesquelles le Khumbao, 1057 mètres, mais à 300 mètres seulement au-dessus du plateau, et le Chasma Sabz, 1020 mètres, traversé par la route, à pente douce, de Kushan à Ak-Tépé sur le Mourgab.

A partir de ce dernier point, la ligne de hauteurs se

(1) Les géographes grecs employaient l'appellation de Sariphi, équivalent du persan Arsif. *Proceedings*, 1885. Rawlinson.

(2) Lessar, *Proceedings*, janvier 1883, et un intéressant article sur les territoires contestés et la situation de la Russie et de l'Angleterre en Asie centrale, dans le *Scottish geographical Magazine*, mai 1885.

(3) A. Vambery, *La lutte future pour la possession de l'Inde*, p. 115.

dirige nettement vers le nord et se relève pour atteindre, près de l'Héri-Rud, 1200 mètres d'altitude. Elle se bifurque à l'ouest du défilé de Khumbao.

Les deux chaînes secondaires courent vers l'Héri-Rud: celle du nord, de faible altitude, s'arrête à la rivière, par environ 35° 20′ lat. N.; l'embranchement méridional au contraire, qui conserve l'appellation de « monts Borkhout », s'étend jusqu'en Perse sous la dénomination de Kargala (1), et est séparé de la crête persane par une gorge étroite, profonde, longue de 21 kilomètres (2), où coule l'Héri-Rud. En Perse, les Kargala présentent au sud de Meched une nouvelle dépression et, après avoir formé la limite du bassin de la Kachaf-Rud, tributaire de la rivière de Hérat, ils se prolongent à l'ouest par les monts Binalud et Ala-Dagh, parallèles au Kopet-Dagh.

La troisième arête, que nous avons signalée, mais qui ne figure pas sur les cartes de Stieler, nous paraît avoir moins d'importance; c'est le Tirband-i-Turkestan. Elle a ses sommets couverts de neiges.

Le major Holdich (3) en fait une ramification du Paropamisus. Il peut être considéré, croyons-nous, comme une chaîne distincte couvrant un espace de 334 kilomètres du 63° au 66° long. E. Gr.

Sur son versant méridional rien que précipices et rochers escarpés; à son flanc nord, au contraire, sont soudés des contreforts assez étendus, mais à pente régulière.

Le Tirband-i-Turkestan court dans la direction de Bala-Murgab et forme la limite septentrionale de la vallée du Mourgab, qu'il sépare de la rivière de Balk et de quelques autres cours d'eau peu importants.

(1) Lessar, *loc. cit.*
(2) 20 verstes, dit M. Lessar.
(3) *P. R. G. S.*, 1885.

Transportons-nous maintenant dans la partie orientale du pays afghan, et voyons si la frontière est munie comme au nord de puissants remparts. Au sud de la vallée de Caboul, s'élève, suivant la direction du 34e parallèle lat. N., le Sefid-Koh oriental, formé de longs contreforts parallèles (1), couverts de neiges de janvier en août et d'une altitude moyenne de 3900 mètres (2). Le plus haut sommet est le Sikaram, colosse qui se dresse, par 69° 56′ 35″ long. E. Gr. et 34° 2′ 21″ lat. N., à une hauteur de 15662 pieds ou 4773 mètres (3).

Cette chaîne, dont la branche principale a ses assises, près d'Attock, sur l'Indus, passe entre Pechawer et Kohat, et forme la ligne de faîte entre les bassins du Gazni et du Caboul, en se prolongeant de l'est à l'ouest, sans compter ses contreforts occidentaux, sur une longueur de 30 milles géographiques ou 222 kilomètres. D'après Markham, son développement serait de 100 milles anglais ou 160 kilomètres seulement.

Au nord, les pentes du Sefid-Koh sont douces, tandis qu'elles présentent une inclinaison assez raide sur le versant méridional de la chaîne.

La passe de Choutar-Gardan le sépare au sud du Soulaïman-Dagh occidental.

Et le versant septentrional, à quoi le rattacher? demandera-t-on. D'après É. Reclus : « A son extrémité occidentale, il projette vers le nord tout un éventail de chaînons, qui vont à l'encontre d'arêtes appartenant au système de l'Hindou-Kouch ; les écluses de la rivière de Caboul sont la seule interruption entre les roches opposées (4). »

Markham partage la même opinion. La chaîne de Karkacha (nous y reviendrons) se prolonge vers le nord-est jusqu'à la rive droite du Caboul. Celui-ci la séparant d'une

(1) *P. R. G. S.*, 1879, pp. 38 et seqq. Markham.
(2) Markham, *loc. cit.*
(3) Markham, *loc. cit.*
(4) *Geogr. Univ.*, t. IX, p. 38.

arête située sur la rive gauche et qui serait la continuation des Himalayas, la Karkacha peut donc être considérée comme un anneau reliant les « monts Neigeux » au Soulaïman-Dagh.

Ainsi l'Afghanistan oriental est flanqué, comme la partie nord du pays, d'une épaisse muraille courant du Baroghil-pass au nord-est, à la plaine de Pishin au sud, et formée des monts Lahori, Sefid-Koh et Soulaïman-Dagh occidental.

Nous venons de parler de chaînons issus du Sefid-Koh.

Le premier contrefort septentrional limite à l'est la vallée du Logar, un des tributaires du Caboul. Il se continue au sud-ouest sous le nom de Chari-Koh, dans la direction de Gazni, se croise avec le Soulaïman-Dagh occidental et forme à l'ouest, avec l'Uruk-Koh, prolongement du Sher-Dahan, la limite septentrionale du bassin de Gazni.

Plus à l'est se trouve le Karkacha, formant la limite de la vallée du Tezin, dont le cours est de 64 kilomètres (1). Il doit son nom au lieutenant Wood, qui parcourut le pays en 1838. C'est la plus haute ramification du Sefid-Koh. Plusieurs brèches en facilitent l'ascension: le Karkacha, 2440 mètres, le plus élevé et le plus méridional des défilés, le Sokhta, le Chinar et le Djagdallak.

Au pied du Sikaram, se projette vers le sud une arête traversée par la route de Bannu à Gazni et par le défilé de Païwar, 2400 mètres, dans les parages duquel on rencontre des forêts de pins.

Signalons encore les chaînons où se trouvent le Haft-Kotal, long de 5 kilomètres, et le Lataband, d'un développement de 9 kilomètres, par lequel on contourne le Kourd-Caboul.

Le Kourd-Caboul ou petit Caboul est le défilé de sanglante mémoire où le général Elphinstone, battant en retraite de Caboul sur l'Inde, fut massacré en janvier

(1) Markham, *loc. cit.*

1842, avec les 10000 braves qui marchaient sous ses ordres.

Situé à 3 lieues environ au sud-est de Caboul, ce défilé est long de 10 kilomètres et large de 90 à 180 mètres. Ses parois sont très élevées et son altitude est de 2275 mètres.

Aux pieds du versant septentrional du Sefid-Koh, resserrée entre les monts Karkacha et le Kaïber, passe très dangereuse à quelques kilomètres à l'ouest de Pechawer, se déroule jusqu'au Caboul la région de Nangnahar ou « des neuf rivières ».

Longue de 130 kilomètres et large de 60, elle est parcourue par plusieurs arêtes, absolument parallèles, qui se détachent de la « Montagne blanche » et ont de 1800 à 2400 mètres d'altitude (1). Ces ramifications limitent de belles vallées parfaitement peuplées et redevables de leurs richesses à de nombreux torrents et de petits cours d'eau.

Le Sefid-Koh oriental constitue une barrière tellement infranchissable qu'il serait impossible, à une armée marchant sur deux colonnes, de faire passer des troupes de la vallée de Caboul dans celle de Korum.

Les deux colonnes, pourtant bien voisines, puisqu'une centaine de kilomètres à peine sépare les passes de Korum et de Kaïber, seraient absolument isolées et ne pourraient se mettre en relations que par des postes de télégraphie optique placés sur les sommets de la chaîne (2).

Un vaste système de montagnes, où se rencontrent plusieurs plateaux et vallées remarquables, se prolonge de la base du Sefid-Koh oriental jusqu'à la limite sud de l'Afghanistan. Ce sont les monts Soulaïman.

Frontière nord-ouest de l'empire anglo-indien, ils se composent de rangées parallèles, dont les trois principales s'appellent :

(1) Markham, *loc. cit.*
(2) Le Marchand, *Campagne des Anglais dans l'Afghanistan.*

Le Soulaïman-Dagh occidental, ou Koh-i-Siah, ou montagne noire ;

Le Soulaïman-Dagh central ;

Le Soulaïman-Dagh oriental, ou Koh-i-Surkh, ou montagne rouge.

En général on néglige le Soulaïman-Dagh central, formé par quelques hauteurs peu remarquables.

Restent donc les deux autres massifs.

Le Soulaïman-Dagh occidental (1) constitue le faîte de partage entre les tributaires de l'Indus et les bassins fermés de l'Afghanistan, les lacs Seïstan et Abistada.

Au nord, il se rattache par le Choutar-Gardan au Sefid-Koh oriental, et court au midi jusqu'aux monts Takatou (2), qui commandent Quettah et la passe de Bolan.

Au sud de la passe de Bolan, la chaîne se prolonge sous le nom de Hala (3) jusqu'à la mer d'Arabie, cap Monze, sur une distance de 300 milles.

Plusieurs rivières ou torrents, le Korum, le Totchi, le Gomul, le Souri, le Zhob, etc., descendent de son versant oriental, qui se trouve à environ 350 kilomètres de l'Indus.

A un développement nord-sud de 600 kilomètres, la chaîne joint une altitude moyenne de 2133 mètres (4), qui est un peu supérieure à celle de sa voisine : le Soulaïman-Dagh oriental.

Au sud, cette masse envoie diverses arêtes, qui vont se croiser avec de hautes chaînes situées dans la plaine de Candahar. Elles « forment du côté du Baloutchistan un double rempart de frontières que les Anglais ont eu soin de ne pas abandonner (5). » Les positions dominantes sont occupées par les vedettes britanniques.

(1) « Il est, comme l'Hindou-Kouch et l'Himalaya, l'arête bordière d'un plateau, mais non une chaîne indépendante. » É. Reclus.

(2) Un des pics mesure 3657 mètres.

(3) La carte de Pottinger et de Stieler lui donne le nom de montagnes de Brahuik.

(4) Markham, *loc. cit.*

(5) Reclus, *Géogr.*, t. IX, p. 40.

Le mur septentrional, le Khodja-Amran, 610 mètres au-dessus de la vallée de Pishin, présente plusieurs cols : le Khodja, 2250 mètres, maintes fois franchi par les forces anglo-indiennes ; à l'ouest de celui-ci, le Owadja (1400 mètres seulement), lieu de passage du chemin de fer encore inachevé de Sibi à Candahar ; enfin, à 16 kilomètres plus à l'ouest, l'Ispintaza ou Spinatija Kotal, 2100 mètres ; c'est une rampe de $0^{m}043$ par mètre (1).

A partir de Spinatija Kotal, le Khodja-Amran est continué sous les noms de Ashusta ou Shista, puis de Tang, pour se terminer près de Poti, à 31 milles au sud-ouest d'Ispintaza.

Le rempart méridional est plus haut que le Khodja-Amran, 11000 à 12000 pieds ou 3650 mètres, mais il présente des passages plus faciles : ce sont les monts Takatou. Nous avons déjà dit qu'ils dominaient la passe de Bolan.

Entre les deux murailles s'étend la plaine du Pishin, « territoire d'une extrême importance militaire par les approvisionnements qu'il fournit en abondance aux garnisons et aux armées en marche (2) ». Cette région, qui n'est pas encore complètement cultivée, est traversée par la rivière Lora.

Celle-ci, descendue des monts Takatou, va se perdre dans le Béloutchistan.

A l'est du Soulaïman-Dagh occidental, on voit se dérouler une nouvelle masse : le Soulaïman-Dagh oriental, beaucoup mieux connu que le système orographique de l'ouest.

Le Soulaïman oriental, qui suit la direction du 70e méridien long. E. Gr. se dresse à 70 kilomètres environ des bords de l'Indus, à une altitude de 3000 à 3500 mètres.

D'un développement nord-sud de 5° environ, il s'arrête au midi par 29°, en lançant quelques ramifications à l'est

(1) *P. R. G. S.*, 1880.
(2) Reclus, *loc. cit.*

et à l'ouest. Son extrémité méridionale se termine, dans le Béloutchistan, par les monts Gandari, d'une altitude inférieure au restant de la chaîne. Cette région présente des vallées bien peuplées et cultivées, entre autres la vallée formée par le fleuve Boraï, dont les eaux se perdent dans les sables.

Au sud du bassin du Korum, le Soulaïman-Dagh oriental, formé de nombreuses crêtes parallèles (1), est coupé par divers torrents et rivières issus du Soulaïman-Dagh occidental, et dont les espaces intermédiaires sont habités par la tribu assez dense des Waziris.

A chaque rivière correspond une brèche plus ou moins importante et presque toujours à parois verticales. Des auteurs parlent d'une centaine de passes praticables, d'autres d'une quinzaine seulement (2).

Il doit y avoir de l'exagération dans le premier de ces chiffres. En tout cas, nous avons peine à croire qu'une armée en marche, traînant après elle son artillerie et ses divers convois, puisse trouver partout un passage convenable.

Parmi les passes suivies et les plus connues, on cite : le Korum, qui relie Kohat à Gazni ; à 100 kilomètres au sud du Kaïber, le Gomul (3), de Dera Ismaïl Khan à Gazni ; à 150 kilomètres au sud de la précédente, le Sakhi-Sarwar. Elle donne accès de Dera Ghazi Khan à Candahar. Les populations y sont hostiles aux voyageurs.

(1) D'après Élisée Reclus, " les diverses chaînes latérales du système, grès ou calcaires, ont toutes leur longue pente regardant vers le plateau, tandis que du côté de l'Inde les escarpements sont abrupts „. Ne trouvons-nous pas ici une application de la règle posée par M. de Lapparent dans son savant Traité de géologie? " Toute grande ligne de hauteurs, émergée ou non, est une arête saillante formée par l'intersection de 2 versants inégalement inclinés. Le plus abrupt plonge vers une grande dépression, habituellement occupée par la mer; le moins raide s'abaisse doucement, sous la forme d'ondulations successives, vers une dépression moins marquée, qui, le plus souvent, peut rester continentale. „

(2) Markham signale entre le Korum et la passe de Tank, 32 passes donnant accès dans la partie nord de la plaine de Dérajat.

(3) En un an (1869-70) la valeur des échanges faits par cette passe a monté à huit millions de francs.

Enfin le Bolan, de Jacobabad à Quettah et Candahar. Les Anglais y ont construit une très bonne route jusqu'à Quettah, qui est en leur possession depuis 1877.

Sur les masses du Soulaïman, le sol est aride et desséché, et l'on n'y rencontre qu'une maigre végétation. Le pin ne croît pas en dessous de 2743 mètres.

Le Takt-i-Soulaïman ou « trône de Salomon » domine presque tous les massifs. Il mesure 3343 mètres (1). On avait toujours cru que sa cime était pointue. Aujourd'hui l'on sait avec certitude que son sommet est un plateau étroit, long de 8 kilomètres, à l'extrémité duquel se dressent deux pics de 3444 et 3383 mètres d'altitude. Les talus nord, sud et ouest « sont ardus, de sorte qu'il n'est accessible que du côté de l'est » (2).

Signalons deux autres crêtes : le Pirgoul, 3530 mètres, le plus élevé de la chaîne, au nord du Gomul, et le Shak Haïdar, 2743 mètres, par environ 32° 30′ lat. N. et 69° 30′ long. E. Gr.

A l'est, le Soulaïman-Dagh oriental s'unit par des arêtes latérales aux prolongements de la chaîne saline « Salt Range » qui se développe entre l'Indus et son affluent le Djhilam, en passant au nord du 32° 30′ lat. N., donc au sud de Bannu.

La plaine traversée par ces arêtes, et située entre les pieds du Soulaïman et l'Indus s'appelle Dérajat. C'est un amas confus de hauteurs et d'anciens lits de rivières, d'une aridité et d'une sécheresse excessive. Sa maigre verdure fait contraste avec les arbres fleuris et les riches campagnes de Dera Ghazi Khan.

Entre les derniers contreforts de la chaîne au nord et à l'est, et les hauteurs du Béloutchistan à l'ouest, s'étale la plaine de Katchi Gandava, de 9000 milles carrés. C'est un pays plat, sablonneux, souffrant du manque d'eau et de la grande chaleur.

(1) É. Reclus ; 3910 mètres d'après Vivien de Saint-Martin, *Dict. de Géogr.*, p. 24.

(2) Arminius Vambery, dans *Mouvement géographique*, 1884, p. 7.

De la frontière persane aux crêtes qui relient le Pagman au Sefid-Koh oriental, et du Soulaïman-Dagh occidental à l'Hindou-Kouch et à ses prolongements, le plateau afghan présente une vaste région montagneuse de 675 kilomètres de longueur et de 400 kilomètres dans sa plus grande largeur (1).

Les rangées de hauteurs, d'un accès facile et d'une altitude moyenne de 2000 mètres ne dépassent cependant leur socle que de 600 à 800 mètres (2). C'est une chose caractéristique que le parallélisme de toutes ces chaînes, dont la direction générale est nord-est sud-ouest.

Au sud du Siah-Koh s'étend le pays de Gour. Entre ses arêtes coulent diverses rivières, dont les eaux se déversent dans le lac de Seistan.

Du Sher Dahan, 2800 mètres, ramification du Pagman, se dirige au sud, vers Candahar, le Gul-Koh ou « montagne bleue », haut de 3962 mètres. Au delà de Candahar, la chaîne, qui est la plus importante de cette région, a son promontoire extrême coupé par le col de Baba-Wali.

Le Gul-Koh sépare la vallée de l'Argand-ab, du bassin de Gazni, puis de la rivière de Tarnak. Il est couvert de quelques espèces d'arbres, et traversé par six passes donnant accès dans la vallée de l'Argand-ab.

La vallée de Tarnak, limitée au sud et à l'est par le Surkh-Koh ou « montagne rouge », est séparée par lui du lac Abistada et, plus en aval, de la vallée de l'Argand-ab.

A l'est de Farah, par 33° lat. N. et 62° 30′ long. E. Gr. « l'angle sud-occidental de tout le système orographique de l'Afghanistan est formé par le Koh Pandj Angoucht ou « mont des cinq doigts » (3).

(A continuer.)

F. Van Ortroy,
Lieutenant de cavalerie.

(1) Markham, *loc. cit.*
(2) Reclus, *Géogr. Univ.*
(3) Reclus, *Géogr. Univ.*, t. IX, p. 42.

LE HAINOSAURE

ET LES NOUVEAUX

VERTÉBRÉS FOSSILES DU MUSÉE DE BRUXELLES.

Depuis l'époque où j'ai décrit dans cette *Revue* la faune éteinte de Bernissart et en particulier les gigantesques Iguanodons, le musée de Bruxelles s'est graduellement enrichi de nouveaux et nombreux ossements fossiles, dont une partie, préparée dans son atelier de paléontologie, est aujourd'hui placée dans les galeries publiques. Ayant été chargé de diriger le travail de restauration, je suis heureux de répondre à l'invitation que le directeur de la *Revue* a bien voulu m'adresser d'en exposer ici les résultats; et, réservant pour l'avenir l'immense matériel encore renfermé dans les magasins du Musée, je me limiterai aux pièces installées les plus importantes. Je décrirai donc les animaux suivants :

Le *Hainosaure,* bizarre et terrible reptile, depuis longtemps totalement disparu, ne mesurant pas moins de 16 mètres de long, représenté dans nos collections par un squelette presque complet.

Le *Champsosaure,* curieux lézard aquatique de grande taille, dont le plus proche parent est actuellement relégué à la Nouvelle-Zélande.

Le *Pachyrhynque,* singulière tortue marine se nourrissant exclusivement de coquillages.

Le *Gastornis,* énorme oiseau, dépassant l'autruche en volume.

Le *Carcharodon,* requin dont une espèce existe encore de nos jours.

Le *Rhinocéros à narines cloisonnées,* se distinguant des rhinocéros vivants par d'importants caractères, et notamment par l'épaisse toison qui le couvrait.

Un tout jeune *Mammouth,* dont les restes sont malheureusement fort incomplets, quoique très instructifs.

Le *Bœuf musqué,* ruminant, n'habitant plus maintenant que les régions arctiques.

On peut, relativement à tous ces êtres, aimer à connaître l'histoire de leur découverte, la nature du gisement où ils ont été recueillis, leur structure, leur position dans le règne animal, leurs mœurs, comment ils ont été enfouis à l'endroit où on les a trouvés, l'état de notre sol à l'époque où ils existaient, quels étaient leurs contemporains, etc. Je vais essayer de répondre à ces multiples questions, après avoir fait remarquer que l'énumération ci-dessus des formes à examiner a été dressée en observant l'ordre chronologique et en allant du type le plus ancien au plus récent.

I

LE HAINOSAURE.

I. *Histoire de la découverte.* — Au mois de novembre 1884, un chimiste bien connu, qui est aussi un géologue distingué dans ses heures de loisir, et avec lequel je suis heureux d'entretenir d'agréables relations, M. Jean Ortlieb,

m'apprenait que l'ingénieur-régisseur des usines de la Société Solvay et Cie à Mesvin-Ciply, près Mons, M. Alfred Lemonnier, dont l'intérêt pour la science et pour le musée de Bruxelles s'était déjà manifesté en plusieurs circonstances et particulièrement par le don d'un fragment de fémur du *Gastornis,* avait en sa possession divers ossements qui m'étaient destinés. J'écrivis sur-le-champ à M. Lemonnier, pensant qu'il s'agissait encore de restes du *Gastornis;* mais je sus bientôt que les pièces en question appartenaient au Mammouth et au Rhinocéros à narines cloisonnées. M. Lemonnier, dans sa réponse, ajoutait qu'il venait de recevoir une vertèbre de Mosasaure et qu'il en attendait une douzaine d'autres. Je le priai alors de vouloir bien me communiquer au plus tôt ces fossiles; mais, soit qu'il ait eu de la peine à obtenir le complément qu'il espérait, soit qu'il ait été, chose fort naturelle, absorbé par ses occupations industrielles, il resta quelque temps sans me donner de ses nouvelles. J'attendais toujours sa réponse, lorsqu'au mois de janvier 1885, un ouvrier du hameau de la Bouverie, nommé Constant Degossely, offrit en vente au Musée royal d'histoire naturelle, avec de nombreuses coquilles, huit vertèbres qui, bien que différentes de celles du vrai Mosasaure de Maestricht, furent reconnues appartenir à un Mosasaurien gigantesque. Avec l'autorisation de M. E. Dupont, directeur du Musée, je pris alors des informations desquelles il résulta que le terrain où ces vertèbres avaient été recueillies était le même que celui qui avait fourni celles de M. Lemonnier, et qu'il devait encore renfermer une portion considérable du squelette de l'animal. Après en avoir causé avec M. A. Rutot, conservateur au Musée, je proposai à M. Dupont de faire procéder à des fouilles, ce à quoi il consentit aussitôt.

M. L. Bernard s'empressa d'autoriser, dans ses exploitations de phosphate où l'heureuse trouvaille avait eu lieu, les fouilles que le Musée désirait exécuter. De plus cet

industriel, qui conservait de son côté neuf vertèbres, continuation de celles dont nous avons parlé plus haut, consentit à s'en dessaisir en faveur des collections de l'État. Enfin, M. Lemonnier, qui avait fini par obtenir seize vertèbres, se fit un devoir de les envoyer au Musée. Bref, avant de commencer les recherches, on avait réuni trente-trois vertèbres des régions dorsale, lombaire et caudale, soit un tronçon de $3^{m}30$ environ.

M. le Ministre de l'agriculture et des travaux publics ayant permis, sur la demande de M. le directeur du Musée, de faire le nécessaire pour extraire les ossements, les travaux commencèrent au mois de février 1885 et je fus délégué pour les diriger. Je me fais un plaisir de reconnaître ici qu'on rencontra chez M. Bernard un concours extrêmement sérieux et désintéressé, et que tout, personnel et matériel, fut mis à notre disposition. Cependant, au bout de trois semaines de terrassements, nous n'étions pas plus avancés que le premier jour, et je commençais à regretter mon initiative, lorsque enfin on recueillit trois vertèbres, qui ne tardèrent pas à être suivies d'autres ossements. Un mois plus tard, après avoir déblayé cinq à six cents mètres cubes, on avait découvert et enlevé les régions cervicale et dorsale de la colonne vertébrale, soit soixante-dix vertèbres, ou à peu près, les côtes, la ceinture scapulaire et des restes du bassin, ainsi que des membres antérieurs et postérieurs. Le crâne apparut en dernier lieu, et avait bien les proportions que faisaient prévoir les vertèbres, la mâchoire inférieure ne mesurant pas moins de $1^{m}63$.

L'animal était donc exhumé sur une longueur de 9 à 10 mètres. Qu'on me permette de signaler ici les difficultés qui se présentèrent dans l'extraction. Rien n'était de trouver, le tout était de prendre. Comme on opérait à ciel ouvert et à une profondeur qui ne dépassait pas cinq mètres, on s'efforça d'abord de retirer sur place les os de la gangue; mais on s'aperçut immédiatement qu'à la

moindre percussion, la roche et les pièces qu'elle contenait se découpaient en une foule de petits cubes, constituant ainsi une sorte de mosaïque et mettant dans le plus grand danger la conservation du spécimen. Il fallut donc opérer comme à Bernissart, par *blocs*. En conséquence, on commença par amener l'excavation à une profondeur suffisante, et on mit le squelette à nu, par places, pour avoir une notion exacte de l'espace qu'il occupait. On enleva ensuite, à droite et à gauche, toute la masse du terrain jusqu'un peu au-dessous du point le plus bas atteint par les ossements. La fosse exhibait alors, sur son fond et sur une ligne diamétrale, un fort bourrelet contenant notre Mosasaurien. Ce bourrelet fut divisé en tronçons convenables, afin d'éviter de briser les os en leur milieu; après quoi, on l'enduisit de plâtre en ménageant des solutions de continuité. On détacha successivement ces tronçons d'arrière en avant, et on revêtit également de plâtre leur dessous et leurs abouts. Ils furent ensuite cerclés de ferrailles, puis recouverts d'une nouvelle couche épaisse de plâtre. Avant l'enlèvement, tous les blocs furent dessinés dans la position où ils se trouvaient, et chacun d'eux reçut, en nature comme sur le plan, un numéro destiné à permettre un assemblage correct à l'arrivée au musée. Cela fait, on emballa le tout soigneusement dans une tapissière, qui fut expédiée à Bruxelles. Pendant le transport de ces ossements, on poursuivit les fouilles dans l'espoir de mettre la main sur ce qui manquait de la région caudale, mais ce fut sans succès.

Après le déballage, un nouvel embarras nous attendait. Les blocs ouverts, c'est-à-dire la croûte de plâtre enlevée d'un côté, il s'agissait de retirer les os de la gangue. Comme on connaissait leur fragilité, on pensa un instant se tirer d'affaire en les *solidifiant* à la gélatine, ainsi qu'on l'avait fait pour les Iguanodons ; mais, tandis que pour ceux-ci, les fossiles durcissaient sans que leur argile devînt plus difficile à travailler (au contraire), pour les

ossements de Mesvin-Ciply, les restes du reptile demeurèrent plus tendres que la roche encaissante. Pour réussir, il fallut *gratter* le terrain avec les plus grandes précautions, retirer les os et, alors seulement, les barbouiller d'abord de colle forte pour les y plonger ensuite. On peut dire sans exagération que, si l'*extraction* du grand Mosasaurien des environs de Mons fut, malgré sa délicatesse réelle, incomparablement plus commode que celle d'un Iguanodon, le *dégagement* des os fut beaucoup plus laborieux pour le premier que pour le second.

Quoi qu'il en soit, les ossements mis en liberté, il fallut procéder au montage. Comme toujours en pareille circonstance, on établit une charpente provisoire, où l'on suspendit les pièces à l'aide de ficelles dans la position la plus voisine possible de celle qu'elles devaient occuper définitivement. On confectionna alors les ferrailles destinées à servir de supports permanents, de façon qu'aucun os ne dût être perforé et que chaque pièce pût toujours être enlevée pour l'étude sans exiger le déplacement d'aucune autre. Chaque ossement reçut enfin un numéro d'inventaire particulier, attestant que tous les restes provenaient bien d'un même individu, puis une marque spéciale indiquant sa nature, de manière que sa position pût être retrouvée sans effort, même par une personne inexpérimentée, dans le cas où il aurait fallu l'éloigner momentanément de la carcasse principale.

Ainsi préparé, le Mosasaurien de Mesvin-Ciply fut enfin exposé dans la salle dite *d'Anvers* au musée de Bruxelles.

II. *Le gisement.* — Comme nous l'avons dit, notre reptile a été découvert dans une couche de craie brune phosphatée à Mesvin-Ciply, village situé près de la ville de Mons, dans le Hainaut. Ce terrain a surtout été étudié en Belgique par MM. Cornet (dont nous avons à déplorer la mort récente), Briart, Rutot et Van den Broeck. Voici, selon M. Rutot, quelles ont été les épaisseurs des couches traversées pour atteindre le Mosasaurien qui nous occupe :

1. Limon quaternaire	$1^m,50$
2. Sable landénien (éocène inférieur)	$1^m,25$
3. Craie brune phosphatée	$2^m,00$

On sait que la craie brune phosphatée de Ciply appartient à la partie supérieure de l'étage sénonien, qui se range lui-même dans le crétacé supérieur, terme le plus élevé des formations secondaires.

On rencontre fréquemment dans cette craie brune phosphatée des poches renfermant un produit désigné sous le nom de « phosphate riche ». Ces poches, d'après les renseignements que me communique M. Rutot, résultent de l'altération sur place de la roche normale, par suite de l'infiltration des eaux superficielles qui dissolvent le calcaire, altération qui augmente sa teneur en phosphate. Nous n'aurions pas eu à parler ici de cette particularité si nous ne lui devions, comme nous l'avons indiqué plus haut, la perte d'une notable portion de la queue de notre Saurien.

III. *Structure.* — Puisqu'il ne s'agit pas ici d'un mémoire original, mais uniquement d'un article de vulgarisation, nous ferons cette description, non point seulement d'après les ossements préservés, mais en restituant ce qui manque à l'aide de ce qu'on sait par les animaux très voisins découverts dans l'ancien et le nouveau monde.

Le *crâne* de notre reptile est volumineux; vu par sa face supérieure, il présente un contour triangulaire. Il mesure, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, environ $1^m,65$. Les mâchoires sont garnies de dents acérées, au nombre de 4, à implantation *acrodonte,* c'est-à-dire non enfoncées dans des alvéoles (comme chez l'homme, qui, pour cette raison, est dit *thécodonte)*, mais soudées sur le bord supérieur de la mâchoire. Les dents sont comprimées bilatéralement, à section lenticulaire; leurs bords, antérieur et postérieur, sont dentelés. De même que chez

tous les Vertébrés, à l'exception des Mammifères et de l'homme, elles étaient remplacées indéfiniment, au fur et à mesure de l'usure ou après fracture, par d'autres dents situées dans la gencive et n'attendant que l'occasion de sortir. L'extrémité libre de la mandibule, ou mâchoire inférieure, est placée un peu en arrière de la partie correspondante de la mâchoire supérieure. En d'autres termes, il y avait une sorte de rostre saillant et la bouche s'ouvrait un peu en dessous comme chez les requins, quoique d'une manière beaucoup moins accentuée. De plus, les rameaux droit et gauche de la mandibule n'étaient rattachés que par du fibro-cartilage, permettant ainsi un écartement latéral dont la conséquence était un agrandissement passager de la gueule; cette disposition est évidemment bien différente de ce qu'on observe chez l'homme, où les deux rameaux de la mandibule sont invariablement unis, à tel point qu'on ne pourrait les éloigner à la symphyse sans briser l'os. Comme chez beaucoup d'autres Vertébrés, la mâchoire inférieure du Saurien de Mesvin-Ciply ne s'articule sur le crâne que par l'intermédiaire d'une pièce mobile appelée *os carré*. Cette pièce, intéressante à plusieurs titres, l'est notamment à cause de ses rapports avec l'oreille. En effet, chez les Reptiles, il n'y a pas, si on excepte les crocodiles, d'oreille externe : le pavillon et le conduit auditif externe qui mène jusqu'à la membrane du tympan n'existent point ; cette dernière est située à fleur de peau et c'est l'os carré qui la supporte. Revenons, à présent, à la mâchoire supérieure ; elle contribue à limiter les narines externes qui sont subterminales, c'est-à-dire placées près de l'extrémité du museau. Outre les dents qui la garnissent et qui, de même que celles de la mandibule, servaient non à *mastiquer*, mais à *diviser* de grandes proies, il y avait, sur le palais, de petites dents en crochet, appelées dents ptérygoïdiennes, non placées en regard d'autres semblables, et destinées à retenir le menu fretin pour le cas où il aurait voulu

retourner en arrière, une fois entré dans la gueule du monstre, et s'échapper par l'orifice buccal. Les orbites sont de dimensions modérées; un anneau osseux existait peut-être dans l'œil *(anneau sclérotique)* comme chez le Mosasaure de Maestricht, chez plusieurs tortues et chez quelques oiseaux, mais nous n'en avons pas trouvé de traces. Il y a, à la fois, une columelle crânienne (sorte de stylet osseux unissant la voûte du crâne au palais) et une columelle de l'oreille (un des osselets de l'ouïe), de même que chez les lézards proprement dits et les Dinosauriens ou animaux du groupe de l'Iguanodon. Le crâne s'articule avec la colonne vertébrale à l'aide d'une projection osseuse hémisphérique, placée en arrière et appelée *condyle occipital;* ce condyle est simple, c'est-à-dire ininterrompu et non séparé en deux moitiés comme chez l'homme, par exemple. Le cerveau, autant qu'on peut en juger par l'espace destiné à le loger, était proportionnellement très petit. De plus, la paléontologie comparée nous apprend que les lobes olfactifs, par rapport aux hémisphères (si exagérément hypertrophiés chez l'homme), étaient énormément développés. Enfin, il y a, au sommet du crâne, un petit trou, appelé *trou pariétal,* qui fait communiquer, dans le squelette, la cavité cérébrale avec l'extérieur. Ce trou qu'on se bornait autrefois à citer sans insister, car on ignorait sa nature si intéressante, est reconnu aujourd'hui pour une orbite rudimentaire. Sous la peau (comme c'est le cas pour les deux yeux pairs ordinaires de certaines taupes du sud de l'Afrique), se trouve un œil impair atrophié : c'est l'œil pinéal de M. Baldwin Spencer (l'ancienne glande pinéale). Certains Vertébrés très anciens, comme les Poissons placodermes du vieux grès rouge (dévonien, terme moyen des terrains primaires) n'avaient que cet œil énormément développé au sommet de la tête et pas d'yeux pairs correspondant à nos yeux. Au contraire, nombre d'Amphibiens (animaux du groupe de la Salamandre et de la Grenouille) fossiles de l'époque carbo-

nifère (terme le plus élevé des terrains primaires) avaient, avec un œil pinéal fonctionnel de dimensions respectables, deux yeux latéraux homologues des nôtres ; ils avaient donc trois yeux !

Les *vertèbres* sont toutes procœles, c'est-à-dire concaves en avant et convexes en arrière ; et non point amphicœles, c'est-à-dire biconcaves, comme celles des poissons ; ni opisthocœles, c'est-à-dire convexes en avant et concaves en arrière, comme les vertèbres du cou de l'Iguanodon ; ni en forme de selle, comme celles de la plupart des oiseaux ; ni biplanes, comme celles de l'homme. Elles sont au nombre de 98, sans compter celles qui sont perdues. Les côtes cervicales (car il y avait de petites côtes dans le cou) ou autres sont toujours attachées aux vertèbres, d'après la manière appelée par Huxley *erpétospondylique*, c'est-à-dire par une tête unique et non par deux comme chez l'homme. Le cou renfermait dix vertèbres et était relativement court, pas plus long que le crâne en tout cas ; ses vertèbres étaient toutes isolées, c'est-à-dire qu'il était susceptible de flexion. Elles se distinguent de celles des autres régions par un petit os placé en dessous et nommé hypapophyse, ou par une crête ayant la même position et remplaçant ce petit os. Les vertèbres dorsales ont, par opposition, une face inférieure franchement arrondie ; elles sont au nombre de 19. Les vertèbres lombaires, s'élevant à 20, manquent de côtes et ont leurs apophyses transverses placées très bas. Les vertèbres caudales, représentées par 49 pièces, se reconnaissent aux os chevrons, curieux organes ypsiliformes attachés au-dessous des vertèbres sans leur être soudés. La queue entière était très comprimée bilatéralement et non de haut en bas.

La *ceinture scapulaire* se compose de quatre os, pairs deux à deux : les omoplates et les coracoïdes. Les omoplates sont à peine plus grandes que celles de l'homme (pour un animal de 16 mètres long !), autrement

dit, elles sont minuscules. Les coracoïdes sont plus grands ; ils ne correspondent pas à nos clavicules, mais en ont à peu près la position ; ils se reconnaissent aisément à leur trou caractéristique destiné au passage des nerfs supracoracoïdiens.

Le *sternum* nous manque. Il était sans doute, comme nous pouvons l'inférer d'après les formes voisines, constitué par une plaque cartilagineuse, dentelée sur ses bords pour recevoir l'extrémité des côtes sternales.

Le *membre antérieur* a la forme d'une nageoire plutôt courte et large que longue et étroite. Il nous montre un humérus (os du bras) court et fort, suivi d'un radius et d'un cubitus (os de l'avant-bras) également ramassés, ces trois pièces ayant une forme rappelant assez bien ce qu'on voit dans les Cétacés (Baleines, Cachalots, Marsouins). Le bras ne pouvait point plier sur l'avant-bras comme dans les Sirénien (lamantin, dugong), pas plus d'ailleurs que la main sur l'avant-bras, ainsi que le démontre la forme de l'articulation du coude et du poignet ; tout au plus y avait-il une certaine élasticité. Le carpe (os du poignet) était ossifié. La main, pentadactyle, était terminée par des phalanges unguéales n'ayant point la forme de griffes. Le plus long doigt portait six phalanges, et cette hyperphalangie semble n'être qu'une adaptation à la vie aquatique, d'autant plus qu'on la retrouve chez les Cétacés, les Plésiosauriens, les Ichtyosauriens, etc. ; le plus court, quatre ; d'après Marsh, le pouce en aurait eu trois, ce qui est tout à fait extraordinaire.

La *ceinture pelvienne* consiste en six os pairs deux à deux : 2 iliums (os de la hanche), 2 ischiums (os pour s'asseoir, comme disent les Allemands) et 2 pubis (os protégeant le ventre par devant à la hauteur des cuisses). Chaque groupe de trois os forme une cavité nommée acetabulum, pour l'articulation du fémur (os de la cuisse). L'ilium est étroit et élevé ; le pubis est traversé par un trou pour la transmission du nerf obturateur, les ischiums se réunissent en symphyse sur la ligne médiane.

Les *membres postérieurs* sont semblables aux antérieurs, mais plus grands ; les nageoires paires de derrière étaient donc plus fortes que celles de devant.

Selon M. Marsh, des animaux extrêmement voisins de notre Reptile auraient eu la peau protégée par de petites écailles osseuses, ossifications dermiques comme celles des Crocodiliens, d'environ deux centimètres de côté. Ces plaques, lisses sur la face interne, auraient été imbriquées. Je dois ajouter pourtant que nous n'avons rien rencontré de semblable avec le squelette du Saurien de Mesvin-Ciply.

IV. *Position dans le règne animal.* Par tous les caractères de son squelette, et notamment par son condyle occipital unique, ses vertèbres, ses dents, etc., c'est un Reptile ; mais quel Reptile ? Pour répondre à cette question une petite digression est nécessaire.

Dans la nature actuelle il y a quatre ordres de Reptiles : 1° les Chéloniens ou tortues ; 2° les Crocodiliens ou crocodiles ; 3° les Lacertiliens ou lézards ; 4° les Ophidiens ou serpents. Ils sont tous presque exclusivement terrestres, car aucun d'eux n'est pleinement adapté à la vie aérienne ou pélagique proprement dite.

Par contre, les Mammifères sont beaucoup plus variés ; ils comprennent : les *Primates*, ou singes ; les *Prosimiens* ou lémuriens, sorte de singes à museau pointu ; les *Cheiroptères* ou chauves-souris ; les *Insectivores*, animaux du groupe de la taupe ; les *Rongeurs*, animaux du groupe de la souris ; les *Carnivores*, animaux du groupe du chien et du chat ; les *Proboscidiens* ou éléphants ; les *Hyraciens* ou damans (les soi-disant lapins de la Bible) ; les *Cétacés* (baleines, cachalots, marsouins) ; les *Siréniens* (lamantins, dugongs) ; les *Ongulés* (rhinocéros, hippopotame, cheval, vache, etc.) ; les *Édentés*, animaux du groupe des paresseux ; les *Marsupiaux*, animaux du groupe de la sarigue ; les *Monotrèmes*, restreints à l'Australie et pondant des œufs au lieu de mettre leurs petits

vivants au monde. Mais, si les Mammifères l'emportent aujourd'hui pour la diversité sur les Reptiles, il n'en a pas toujours été ainsi. Cet état de choses ne remonte pas plus haut que le commencement de la période tertiaire. En effet, durant les temps secondaires, les Mammifères n'étaient représentés que par des bêtes minuscules, voisines des Insectivores, quoique plus généralisées, ayant aussi beaucoup de caractères des Marsupiaux, sans pouvoir être incorporées dans ce dernier groupe cependant. Et alors les Reptiles l'emportaient considérablement par la taille et la multiplicité des familles ; car ils comprenaient, outre les quatre ordres énumérés plus haut, d'autres êtres aujourd'hui éteints :

1. Les *Plésiosauriens,* types marins, exclusivement aquatiques, à queue courte, avec deux paires de nageoires, à la petite tête dentée et au long cou de cygne.

2. Les *Ichtyosauriens*, types également marins, aussi exclusivement aquatiques, à queue longue comprimée bilatéralement, avec deux paires de nageoires, à la tête volumineuse, dentée ou non, et au cou très court. Ils étaient vivipares, chose remarquable pour des Reptiles.

3. Les *Dicynodontes,* types terrestres, peut-être fouisseurs, dont la bouche, pour toute dentition, ne portait que deux énormes défenses comme celles du morse.

4. Les *Ptérosauriens*, types aériens, sortes de grandes chauves-souris, nues ou couvertes d'écailles, mais en tout cas n'ayant pas de poils, à la gueule dentée ou non et pouvant atteindre $7^{m},50$ d'envergure.

5. Les *Dinosauriens,* types terrestres ou amphibies, bipèdes ou quadrupèdes, herbivores ou carnivores et extrêmement variés.

6. Les *Mosasauriens*, types marins, exclusivement aquatiques, à queue longue comprimée bilatéralement, à la gueule armée de dents formidables, avec deux paires de nageoires, des vertèbres procœles (ce qui les distingue des ichtyosaures), des côtes erpétospondyliques (id.), un

cou modérément long (id.), un os carré mobile (id.). Ils étaient ovipares.

Par tous ses caractères, le reptile de Mesvin-Ciply fait partie du groupe des Mosasaurieus. Ce sous-ordre a donc, pour nous, un intérêt spécial. Nous commencerons, en conséquence, par donner quelques détails sur les animaux qui le composent; puis nous montrerons comment le Saurien du Hainaut se sépare de toutes les formes connues avant sa découverte; après quoi nous chercherons à faire comprendre, par une comparaison prise dans les Mammifères, quelle était sa véritable nature et le rôle qu'il jouait à l'époque crétacée.

C'est à l'année 1766 qu'il nous faut remonter pour rencontrer la première personne qui s'occupa sérieusement de recueillir des restes de Mosasauriens, ceux du Mosasaure proprement dit, du Mosasaure classique de Maestricht. Nous avons exposé autrefois, dans ce recueil, l'histoire de cet animal et nous n'y reviendrons pas ici. Après le *Mosasaurus*, on découvrit un type nouveau du même groupe en 1841, et sir Richard Owen lui donna le nom de *Leiodon*. En 1875, le professeur E. D. Cope, de Philadelphie, dans son grand ouvrage sur les Vertébrés crétacés, décrivit trois genres inédits du nouveau monde : *Platecarpus*, *Clidastes*, *Sironectes*. Enfin, en 1880, le professeur O. C. Marsh, de New-Haven, avait caractérisé cinq genres distincts des précédents : *Baptosaurus*, *Edestosaurus*, *Holosaurus*, *Lestosaurus*, *Tylosaurus*. Ajoutons, pour terminer, que l'auteur de ces lignes proposa aussi, en 1882, deux genres totalement différents des précédents : *Pterycollosaurus* et *Plioplatecarpus*.

Voyons, à présent, s'il nous est possible d'identifier le Reptile de Mesvin-Ciply avec l'une des formes que nous venons de nommer, ou si ce Reptile constitue une forme différente.

Le Saurien du Hainaut se sépare :

De *Baptosaurus*, par ses hypapophyses qui sont libres,

au lieu d'être coossifiées avec les vertèbres cervicales sus-jacentes.

De *Lestosaurus*, par ses prémaxillaires (portion de la mâchoire supérieure) prolongées au delà des dents en une sorte de rostre.

De *Tylosaurus (Rhinosaurus)*, par son humérus (os du bras) large, plat et plus court que le fémur (os de la cuisse).

D'*Edestosaurus*, par ses chevrons (os de la partie inférieure de la queue) qui sont libres au lieu d'être coossifiés avec les vertèbres sus-jacentes.

De *Holosaurus*, par ses prémaxillaires (portion antérieure de la mâchoire supérieure) prolongés au delà de leurs dents en une sorte de rostre.

De *Pterycollosaurus*, par ses ptérygoïdes (os formant le fond de la voûte palatine) qui ne sont point soudés sur la ligne médiane.

De *Mosasaurus*, par ses chevrons (os de la partie inférieure de la queue) qui sont libres au lieu d'être coossifiés avec les vertèbres sus-jacentes.

De *Platecarpus*, par ses prémaxillaires prolongés au delà de leurs dents en une sorte de rostre.

De *Plioplatecarpus*, par le défaut de sacrum (vertèbres, ordinairement soudées, qui font suite à la région lombaire).

De *Leiodon*, par son fémur (os de la cuisse) plus long que l'humérus (os du bras).

De *Sironectes*, par une plus grande simplicité dans l'articulation de ses vertèbres.

De *Clidastes*, par ses chevrons (os de la partie inférieure de la queue) qui sont libres au lieu d'être coossifiés avec les vertèbres sus-jacentes.

D'ailleurs, le Reptile de Mesvin-Ciply ne peut être confondu avec aucun Mosasaurien déjà connu, puisque, contrairement à ce qu'on voit chez eux, il a les nageoires postérieures plus grandes que les nageoires antérieures.

Notre Saurien constitue donc un genre nouveau. Conformément aux instructions reçues de la direction du Musée, je lui ai donné le nom de *Hainosaurus Bernardi*. Le premier de ces mots, signifiant « Saurien de la Haine », a pour but de répondre au terme *Mosasaurus*, ou « Saurien de la Meuse », l'un se rencontrant dans le massif crétacé du Limbourg, l'autre dans le massif crétacé du Hainaut. Le second mot rappelle l'industriel de Mesvin-Ciply, dans l'exploitation duquel le Hainosaure fut découvert.

Je publierai prochainement dans le *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle* une restauration de ce nouveau genre.

Il reste à définir d'une manière plus précise la position du Hainosaure, ou ce qui revient au même des Mosasauriens, parmi les Reptiles. Eh bien! je crois qu'on peut dire que les Mosasauriens et les Ichtyosauriens, qui en sont pourtant fort éloignés par leur organisation interne, ont joué, à l'époque secondaire, le même rôle que les Cétacés aux époques tertiaire et actuelle, les premiers dans les Reptiles, les seconds dans les Mammifères. Les Mosasauriens étaient des sortes de grands dauphins, de gigantesques marsouins, rentrant dans le groupe des bêtes à écailles au lieu de se ranger dans les bêtes à poils. S'il en est ainsi, il ne sera pas sans intérêt d'examiner comment marsouin et Hainosaure se séparent l'un de l'autre, toute question de structure fondamentale étant mise de côté; car, au fond, les deux êtres sont bâtis sur des plans tout différents.

Le marsouin et le Hainosaure concordent par un corps fusiforme, la présence de nageoires et de dents, ce qui est en rapport avec leur mode de vie.

Ils se distinguent en ce que :

1° Les narines du Hainosaure étaient situées à l'extrémité du museau, tandis que celles du marsouin sont placées au sommet de la tête, formant les évents.

2° Le cou du Hainosaure était modérément long et très flexible, tandis que celui du marsouin est très court et rigide.

3° Le corps du Hainosaure était recouvert d'écailles osseuses ou cornées, tandis que celui du marsouin est nu.

4° Le Hainosaure avait 4 nageoires paires, deux en avant et deux en arrière, tandis que le marsouin n'en a que deux en avant.

5° La queue du Hainosaure était très comprimée bilatéralement, tandis que celle du marsouin l'est de haut en bas.

6° Les dents du Hainosaure se remplaçaient indéfiniment, tandis que celles du marsouin ne sont jamais remplacées.

7° Le marsouin allaite ses petits, ce que ne faisait assurément pas le Hainosaure.

8° Le marsouin met ses petits vivants au monde, au lieu que le Hainosaure pondait bien certainement des œufs.

V. *Mœurs.* Nous avons appelé l'attention plus haut sur ce fait que la bouche du Hainosaure n'était pas terminale comme celle de la plupart des Reptiles, mais inférieure comme celle des requins, quoiqu'à un degré beaucoup moindre. Se retournait-il, ainsi que le font ces derniers, pour saisir sa proie ? C'est peu probable, car son rostre était très court. Il happait donc directement comme tous les Mosasauriens.

A quelles proies s'adressait-il ? A des animaux de grande taille ou à de petits animaux ? Aux uns et aux autres probablement, comme semblent l'indiquer les grandes dents des mâchoires et les petites dents ptérygoïdiennes situées sur la voûte palatine. Les premières servaient à diviser les grandes proies qui étaient avalées en morceaux sans être broyées et mastiquées. Les secondes avaient pour but de retenir le menu fretin contre toute tentative d'évasion.

Quoi qu'il en soit, le Hainosaure se nourrissait assurément de tortues marines, car nous en avons trouvé des restes dans sa carcasse.

L'œil pinéal avait-il quelque utilité dans la vie de l'animal? C'est peu probable, malgré l'opinion du professeur Wiedersheim. Il me semble qu'il était, autant qu'on peut en juger par le trou pariétal, beaucoup trop rudimentaire pour cela. Le Hainosaure se contentait donc de regarder par ses yeux pairs latéraux, et non par l'œil placé au sommet du crâne.

D'une manière générale, le Hainosaure devait être un animal pélagique, c'est-à-dire se tenant ordinairement dans la haute mer.

Comme on n'a, à ma connaissance, jamais trouvé de restes de fœtus à l'intérieur du corps des Mosasauriens, il est vraisemblable que ces animaux étaient ovipares et non vivipares comme leurs contemporains les Ichtyosaures. Cela n'a rien d'étonnant, d'ailleurs, puisque l'oviparité est la règle chez les Reptiles et la viviparité l'exception.

Il est très probable que le Hainosaure, comme les tortues marines, s'approchait périodiquement des côtes à l'époque de la ponte.

Pondait-il de gros ou de petits œufs? C'est une question à laquelle il est bien difficile de répondre. Remarquons, cependant, que chez les Mammifères, les grands animaux n'ont que peu de jeunes. Si cette règle est applicable aux Reptiles, le Hainosaure devait avoir peu de petits. Or, nous savons que, chez les Vertébrés ovipares (Batraciens anoures, notamment), quand il y a peu d'œufs, les œufs sont gros. Il est donc possible que le Hainosaure n'ait pondu que quelques gros œufs. Cela serait assez compréhensible, d'ailleurs. En effet, si les œufs étaient petits, le jeune en sortirait à une taille très éloignée de celle de l'adulte; il lui faudrait, par conséquent, fort longtemps pour arriver à son maximum de croissance, et cette longue période de jeunesse serait d'autant plus pleine de dangers que les parents auraient pendant ce temps regagné la haute mer, laissant aux petits le soin de se défendre eux-mêmes.

Le mâle du Hainosaure possédait, comme on peut le conclure par comparaison, bien certainement des organes externes pairs destinés à l'accouplement. S'enroulait-il en spirale durant cet acte autour de sa femelle comme le font les requins, ou s'unissait-il à elle comme les cétacés? Il est probable que c'est ce dernier mode qu'il employait. Pour décider ce point avec certitude, il faudrait avoir des spécimens aussi parfaitement conservés que les êtres qu'on trouve dans les schistes de Solenhofen.

Les Mosasauriens étaient de grands batailleurs. Nous avons, au musée de Bruxelles, deux animaux, dont un des côtés de la mâchoire inférieure, brisé durant la vie, s'est raccommodé avant la mort, qui a peut-être eu lieu longtemps après. Ces batailles avaient-elles lieu pour attaquer une proie, ou pour se défendre, ou encore entre les mâles pour la possession des femelles? Il est assez probable que toutes ces causes contribuaient à multiplier les rixes.

Murie a fait connaître que les Siréniens (lamantin, dugong), lorsqu'ils mangent, se servent de leurs nageoires paires pour maintenir le végétal qu'ils consomment, grâce à la possibilité de la flexion du bras sur l'avant-bras. Pareille chose n'était pas possible chez le Hainosaure carnivore qui n'avait d'autre moyen de préhension que sa gueule puissante.

Le Hainosaure n'avait qu'un petit cerveau; mais, dans ce petit cerveau, il y avait des lobes olfactifs extrêmement développés. On peut en conclure que, si notre Mosasaurien n'avait pas beaucoup de cervelle, au moins il avait du nez !

Comment le Hainosaure nageait-il? Le véritable organe de propulsion était la nageoire caudale; les nageoires pectorales et ventrales, autrement dit les nageoires paires, ne lui servaient que pour se tenir en équilibre dans l'eau, et pour tourner à droite ou à gauche. Voici, du moins, quelques expériences, exécutées sur les Poissons,

qui semblent démontrer cette interprétation d'une manière péremptoire :

Si on coupe les nageoires paires antérieures d'un poisson, il enfonce la tête dans l'eau et redresse la queue.

Si on coupe les nageoires paires postérieures, il relève la tête et enfonce la queue.

Si on coupe une nageoire pectorale et une nageoire ventrale du même côté, il se couche sur le flanc de ce côté.

Si on coupe les nageoires verticales, il ne peut plus progresser en ligne droite, mais décrit des sinuosités.

Si on coupe toutes les nageoires paires, il se retourne en l'air.

Les nageoires autres que la caudale sont donc bien des organes de direction ou d'équilibre et non de propulsion.

VI. *Enfouissement.* L'animal étant mort en haute mer, par exemple, commence par se retourner le ventre en l'air, puisqu'il ne peut plus se maintenir en équilibre à l'aide de ses nageoires paires. Puis, il est poussé vers le rivage par les courants et ne tarde pas à échouer, comme les baleines de nos jours. Alors de deux choses l'une : ou il est enfoui immédiatement par les sédiments que les eaux déposent en cet endroit, ou il est peu à peu désagrégé par la putréfaction et l'action des marées. Dans le premier cas, nous retrouvons un squelette entier; dans le second, on ne recueille plus que des os disjoints. Il ne me semble pas douteux que, vu l'état de conservation de notre Hainosaure, cet animal a dû être enfoui assez rapidement et non ballotté longtemps par les vagues. Cette conclusion, d'ailleurs, n'est pas en opposition avec la nature des eaux qui l'ont charrié là où nous l'avons rencontré.

VII. *État du sol.* Selon les renseignements que me communique M. Rutot, la configuration du sol belge était, vers l'époque où vivait le Hainosaure, assez différente de ce que nous constatons aujourd'hui. En effet, la mer

entrait en Belgique de deux côtés à la fois ; au nord-est, elle s'avançait jusqu'à Bruxelles, dépassant Malines et Anvers, débordant un peu au delà de Louvain, de Saint-Trond, de Waremme et de Liège; au sud, il y avait un petit golfe atteignant Mons. Se formait-il dans ce golfe des sédiments abondants? C'est ce que l'enfouissement probablement rapide de notre Hainosaure autoriserait à supposer.

VIII. *Contemporains.* Quels étaient les contemporains du Hainosaure ? Pour les connaître nous avons trois moyens : les matériaux recueillis avec le squelette ; les êtres reconnus dans des dépôts synchroniques, mais en d'autres localités assez voisines ; une partie des êtres qui vécurent avant son époque et qui survécurent à son extinction.

Excluons d'abord le menu fretin dont l'énumération comprendrait des pages entières ; nous aurons encore à citer les Plésiosaures au cou de cygne, les Ichtyosaures édentés (vraisemblablement), les Dinosauriens (ces pachydermes des Reptiles), les Ptérosauriens (chauves-souris à écailles ou nues), édentés dont la tête ne mesurait pas moins de $1^m,10$ de long, les Odontornithes ou oiseaux dentés, les Crocodiliens, peu différents de ceux de nos jours, les Chéloniens ou tortues, peut-être de petits Mammifères insectivores, etc.

IX. *Dimensions.* Quelques dimensions, pour finir, ne seront pas sans intérêt.

Longueur totale présumée du Hainosaure, $16^m,00$ — Longueur du crâne, $1^m,55$ — Largeur du crâne en arrière, $0^m,50$ — Largeur du museau, $0^m,05$ — Longueur des narines, $0^m,43$ — Longueur de la mâchoire inférieure (qui fait saillie fortement en arrière du crâne), $1^m,63$ — Longueur d'une vertèbre, de $0^m,07$ à $0^m,13$.

II

LE CHAMPSOSAURE.

Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié le Champsosaure, ce curieux Reptile à propos duquel je dus, à mon grand regret, soutenir ici même une polémique contre M. V. Lemoine, de l'école de médecine de Reims. Je me garderai bien de renouveler dans ce chapitre des discussions techniques, intéressantes sans doute pour les spécialistes, mais peu attrayantes pour les autres; j'y suivrai donc la même marche que dans le précédent.

I. *Historique*. Le 26 décembre 1876, l'éminent naturaliste américain, M. le professeur E. D. Cope, publiait, dans les *Proceedings* de l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie, un mémoire où il décrivait, entre autres choses, un Reptile nouveau, pour lequel il proposait le nom de *Champsosaurus*, afin de rappeler sa ressemblance superficielle avec un Crocodilien. Les restes de ce Saurien se composaient surtout de vertèbres et de côtes, à l'aide desquelles M. Cope arrivait à distinguer quatre espèces. Il insistait sur les rapports et différences du Champsosaure et de *Hatteria*, le curieux lézard actuel néo-zélandais, et suggérait qu'il conviendrait de fonder pour le premier le sous-ordre les *Choristodera* dans l'ordre des *Rhynchocephalia*, institué pour recevoir presque uniquement le *Hatteria*.

L'année suivante (1877), au mois de février, Paul Gervais écrivit à son tour sur le Champsosaure, d'après des matériaux à lui confiés par M. le professeur V. Lemoine, mais il le considéra comme un type inédit et l'appela *Simœdosaurus*. Il lui parut que les plus proches parents de son Simœdosaure étaient les Simosauriens, ces curieux Plésiosaures triasiques, c'est-à-dire du commencement des temps secondaires, au museau camus, comparé à celui de leurs contemporains.

Cependant, on ne connaissait toujours que des vertèbres, quand M. Lemoine annonça (1880), lors de la réunion de l'Association française pour l'avancement des sciences à Montpellier, qu'il possédait un spécimen presque entier. Il ajouta que l'os carré, cette pièce intermédiaire par laquelle la mâchoire inférieure s'articule sur le crâne chez beaucoup de Vertébrés, s'y montrait mobile, que l'insertion des dents était pleurodonte, c'est-à-dire qu'au lieu d'être placées dans des alvéoles ou d'être soudées sur le bord des mâchoires, elles étaient appliquées latéralement contre celles-ci, étant ainsi retenues entre ces dernières d'une part et les parties molles internes de l'autre, et que les membres, intermédiaires entre ceux des Crocodiliens et des Lacertiliens, indiquaient un animal aquatique. Enfin M. Lemoine pensait qu'il y avait lieu de classer le Simœdosaure de Paul Gervais dans le voisinage des Geckos, singuliers lézards capables de se maintenir sur une surface verticale, grâce à leurs pattes adhérentes, et qui vivent de nos jours.

En 1883, M. E. D. Cope, qui avait examiné la collection de M. Lemoine en 1878, identifia son Champsosaure avec le Simœdosaure. Cette identification, qui, malgré l'opinion contraire du savant professeur de Reims, me paraît encore aujourd'hui pleinement justifiée, avait pour résultat de faire disparaître le terme Simœdosaure du vocabulaire scientifique.

D'un autre côté, quelque temps auparavant, le Musée royal d'histoire naturelle avait acquis un squelette assez complet de Reptile provenant des sablières d'Erquelinnes. Ce squelette était malheureusement réduit en menus fragments, et ce ne fut pas sans peine qu'on arriva à le reconstituer. Les morceaux étaient noyés dans du sable humide. Il fallut d'abord les étaler sur des plateaux et laisser le tout sécher lentement. On put alors séparer les ossements du sable et les solidifier en les plongeant dans une colle forte très liquide. La surface fut ensuite

lavée à l'éponge pour enlever l'excès de gélatine qui constitue un très vilain vernis, sans compter que par la dessiccation il se produit des fendillements qui ne sont pas sans danger pour la conservation des pièces. Ces opérations terminées, on passa au classement des débris, après quoi on commença à les rapprocher pour les recoller. Le travail fut mené si méthodiquement que, comme on peut le constater avec le spécimen actuellement exposé dans les galeries du Musée, il n'y eut pas d'erreurs commises dans la restauration, bien qu'il y eût 1500 pièces à rattacher les unes aux autres. Chargé de la surveillance de la reconstitution, j'étudiai ces pièces et elles me parurent appartenir au Champsosaure de M. Cope, ou, ce qui revient au même, au Simœdosaure de Paul Gervais. Envoyé, un peu plus tard, à Reims par la direction du Musée pour y comparer nos Vertébrés éocènes avec ceux recueillis par M. Lemoine, je ne tardai pas à me convaincre de l'exactitude de mon interprétation.

On connaît donc actuellement le Champsosaure en trois points différents du globe : en Amérique et, en Europe, à Reims et à Erquelinnes.

II. *Gisement.* Au sud de la Belgique, le long de la frontière française, au nord-ouest d'Erquelinnes, de grandes sablières ont été ouvertes sur les territoires belge et français, pour l'exploitation du sable nécessaire aux scieries de marbres établies près de là à Jeumont.

Sauf de petits détails, les coupes que l'on peut relever dans ces sablières sont identiques et se réduisent, selon M. Rutot, à la série suivante prise de haut en bas :

1.	Limon hesbayen	0 à 4 mètres.
2.	Sables jaunâtres ou verdâtres stratifiés horizontalement, devenant de plus en plus argileux à mesure qu'on s'élève.	4 mètres.
3.	Masse sableuse, à grains grossiers, à stratification oblique et entrecroisée indiquant à l'évidence une origine fluviale, renfermant à sa partie supérieure de grandes masses lenticulaires de marne blanche ou grise, avec nombreuses empreintes de végétaux (roseaux, feuilles d'arbres dicotylédonés), et terminée à sa base par un épais gravier de silex et autres éléments roulés. . .	8 mètres.

4. Sable brunâtre, argileux vers le haut, meuble vers le bas et terminé à sa base par une ligne de gravier horizontale, renfermant une grande quantité de dents de squales et de restes de tortues . . . . . 1 mètre.
5. Sable jaunâtre, meuble, demi-gros, régulièrement stratifié, avec traces de tubes d'Annélides et renfermant parfois, dans ses parties les moins altérées, une huître (*Ostrea bellovacina*) et des dents de requins . . . . . 5 mètres.
6. Craie blanche (épaisseur indéterminée).

Les ossements du Champsosaure ont été rencontrés dans la couche 4, c'est-à-dire à une profondeur d'une quinzaine de mètres au-dessous de la surface du sol. A quel âge géologique appartient-il? Pour répondre à cette question, dressons un petit tableau des formations tertiaires en Belgique; c'est le seul moyen d'apprécier l'antiquité relative du Reptile qui nous occupe. Voici donc ce tableau.

Pliocène	supérieur —	Scaldisien.	
	inférieur —	Diestien.	
Miocène	— Boldérien —	Anversien.	
Oligocène	moyen —	Rupélien	supérieur.
			inférieur.
	inférieur —	Tongrien	supérieur.
			inférieur.
Éocène	supérieur	Asschien.	
		Wemmélien.	
	moyen	Laekénien.	
		Bruxellien.	
	inférieur	Panisélien	supérieur.
			inférieur.
		Yprésien.	
		Landénien	supérieur.
			inférieur.
		Heersien.	
		Montien.	

Le Champsosaure a été recueilli dans les dépôts appartenant au *landénien inférieur,* c'est-à-dire à la partie inférieure du terme inférieur des formations tertiaires. Il est donc incomparablement plus récent que le Hainosaure, puisque ce dernier a été trouvé dans le crétacé, c'est-à-dire dans le terme supérieur des terrains secondaires. Toutefois, ils ont ceci de commun, qu'un seul individu entier

de Champsosaure et un seul individu entier de Hainosaure ont été rencontrés jusqu'à présent, tous les restes connus en dehors de ces deux individus consistant simplement en ossements isolés.

Il ne sera pas inutile de rappeler, pour nos lecteurs français, que le landénien inférieur correspond exactement à la partie supérieure des sables de Bracheux, c'est-à-dire aux sables de Châlon-sur-Vesde.

Le Champsosaure est aujourd'hui visible dans la *Salle d'Anvers*, du musée de Bruxelles.

III. *Structure.* — Le *crâne* du Champsosaure est grêle et très allongé, rappelant celui du Gavial, crocodile à long museau du Gange, dont il diffère d'ailleurs profondément dans les détails. Il mesure environ un mètre. Les mâchoires sont armées de dents coniques, brillantes, à plis d'émail vers la base. La dentition est acrodonte, c'est-à-dire que les dents sont, non implantées dans des alvéoles, mais soudées sur le bord supérieur ou inférieur des os qui les portent. La mâchoire inférieure, ou mandibule, est à longue symphyse, autrement dit ses deux rameaux s'unissent au menton sur une grande partie de leur longueur. En dehors des dents maxillaires, il existe encore sur le palais entier (vomer, palatins, ptérigoïdiens) des milliers de petites dents, sur la signification desquelles nous reviendrons plus loin. Comme chez le Hainosaure, les dents du Champsosaure étaient remplacées indéfiniment lorsqu'elles disparaissaient par usure ou par toute autre cause. Les orbites sont de dimensions modérées, et il ne semble pas y avoir eu d'anneau osseux dans l'œil (anneau sclérotique), comme chez le Mosasaure de Maestricht. Le crâne, de même que dans le Saurien de Mesvin-Ciply, s'articule avec la colonne vertébrale à l'aide d'une projection osseuse hémisphérique placée en arrière et appelée condyle occipital ; ce condyle est simple. Y avait-il un trou pariétal ? Les éléments que nous possédons ne nous permettent pas de l'affirmer avec certitude,

mais cela nous semble éminemment probable pour des raisons que nous développerons dans un instant.

Les *vertèbres* sont toutes biplanes, c'est-à-dire que, sous ce rapport, elles rappellent celles de l'homme lui-même. Si on excepte l'atlas et l'axis (1re et 2e vertèbres à partir de la tête), qui possèdent une structure toute spéciale, les vertèbres cervicales sont caractérisées par une forte carène (hypapophysienne) au-dessous ; elles sont au nombre de 9 en tout, y compris l'atlas et l'axis. Les vertèbres dorso-lombaires (on en compte seize) se font remarquer par une face inférieure arrondie. Les vertèbres sacrées, au nombre de deux, sont massives et possèdent de larges facettes latérales pour les pièces (paradiacostoïdes) supportant le bassin. Les vertèbres caudales dont nous ne possédons que dix-huit, car le reste de la queue manque, soutiennent inférieurement les os ypsiliformes (chevrons) et exhibent en conséquence deux facettes articulaires au-dessous.

Les côtes existent dans le cou et dans le tronc. Pour la région cervicale, elles sont ornithospondyliques, c'est-à-dire à double tête ; pour la région dorso-lombaire, elles sont erpétospondyliques, c'est-à-dire à tête unique.

La *ceinture scapulaire* est, à première vue, beaucoup plus compliquée que celle de l'homme, par exemple. Elle consiste en sept os : deux omoplates, deux coracoïdes, deux clavicules et une interclavicule en forme de T. On retrouve, néanmoins, toutes ces pièces chez nous, en regardant avec attention. Les coracoïdes forment un appendice bien connu de l'omoplate (apophyse coracoïde). D'autre part, suivant moi, le *ligament en T* de l'anatomie humaine est identique à l'interclavicule.

Le *sternum* manque ; il était, sans doute, comme nous pouvons l'inférer par comparaison, constitué par une plaque impaire cartilagineuse, dentelée sur ses bords latéraux pour recevoir l'extrémité des côtes sternales.

Le *membre antérieur* n'est pas une nageoire comme

pour le Hainosaure, mais il a assez bien l'allure d'une patte de devant de Crocodile. Il se compose d'un humérus, d'un cubitus et d'un radius, du carpe et de la main, vraisemblablement pentadactyle. Les phalanges unguéales, notamment, concordent très bien avec celles des Crocodiliens.

La *ceinture pelvienne* (bassin) consiste en trois os pairs : 2 iliums, 2 ischiums et 2 pubis.

Le *membre postérieur* se compose du fémur, du tibia et du péroné, du tarse et du pied. Toutes ces parties diffèrent peu, dans leur ensemble, des pièces correspondantes des Crocodiles. Cependant le pied, qui est tétradactyle chez ces derniers, était très probablement pentadactyle chez le Champsosaure.

IV. *Position dans le règne animal.* — Par tous les caractères de son squelette et notamment par son condyle occipital unique, le Champsosaure rentre dans les Sauropsides d'Huxley (Oiseaux + Reptiles) ; d'autre part, la nature de ses vertèbres, le mode d'articulation de ses côtes, etc. l'éloignent des oiseaux : c'est donc un Reptile. Dans quel ordre de Reptiles vient-il se placer ?

Lorsque j'ai traité du Hainosaure, je n'ai indiqué que quatre groupes de Reptiles actuels, en vue de simplifier, puisque cela ne nuisait en rien au but que je poursuivais. En réalité, il y en a cinq. J'ai rangé avec les Lacertiliens un animal qui leur est extérieurement très semblable, mais que les particularités de son organisation ont fait attribuer à un ordre particulier : les Rhynchocéphaliens. Je veux parler du singulier lézard néo-zélandais *Hatteria (Sphenodon, Rhynchocephalus)*.

Les Rhynchocéphaliens sont caractérisés par des vertèbres biconcaves. Leurs côtes possèdent, en leur milieu, des apophyses récurrentes comme celles des Oiseaux et des Crocodiles. Il y a un système très curieux de côtes abdominales. L'arcade temporale inférieure est ossifiée, ce qui manque à tous les lézards aujourd'hui vivants. L'os

carré est fixé. Les prémaxillaires, extrémité antérieure de la mâchoire supérieure, sont complètement soudés aux dents qu'ils supportent et simulent une sorte de bec d'oiseau de proie. Il y a des dents sur la mâchoire supérieure et sur la voûte palatine, et les dents de la mâchoire inférieure viennent mordre *entre* ces deux rangées parallèles, lorsque la bouche est fermée.

Les Rhynchocéphaliens ne comprennent, dans la nature actuelle, que le seul genre *Hatteria*. MM. Huxley et Lydekker pensent qu'il faut y joindre les types triasiques *Rhynchosaurus* et *Hyperodapedon*.

J'avais pensé d'abord que *Champsosaurus* méritait de constituer un type à part comme les Ichtyosauriens, les Mosasauriens, les Plésiosauriens, etc., et j'avais proposé d'appeler le nouveau groupe *Simœdosauriens*. Cependant, pour des motifs que je développerai dans ma *Deuxième note sur le Simœdosaurien d'Erquelinnes*, je ne suis pas éloigné de penser que MM. Cope, Lydekker et Baur ont raison lorsqu'ils placent le Champsosaurus dans le même ordre que *Hatteria*. J'avais, il est vrai, déjà signalé les relations du lézard néo-zélandais avec l'animal d'Erquelinnes, mais je ne les avais pas soupçonnés si intimes au début de mes études.

Hatteria et *Champsosaurus* sont donc deux types parfaitement définis des Rhynchocéphaliens. Le premier en est la forme terrestre : il correspond aux caïmans dans les Crocodiliens. Le second en est la forme aquatique, il correspond au Gavial dans le même ordre de Reptiles.

J'ai cité bien des fois le nom de *Hatteria* dans les lignes qui précèdent. Quelques détails sur ce type bizarre ne seront peut-être pas déplacés ici.

Le capitaine Cook paraît l'avoir connu d'abord. Dans son troisième voyage en Nouvelle-Zélande, ce célèbre navigateur pénétra dans la baie de Plenty ; ce fut même là que les insulaires lui tuèrent la moitié de son équipage ; et il fait mention d'un animal extraordinaire, d'une sorte de lézard, qu'il y aperçut.

Le voyageur Dieffenbach semble avoir été le premier, en 1843, à s'en procurer un exemplaire. Il dit avoir été informé de l'existence d'un grand lézard, que les naturels appelaient *Tuatara* et dont ils avaient grand' peur. Mais il eut beau le rechercher dans tous les endroits où, à ce qu'on disait, on pouvait le trouver; il eut beau offrir de fortes récompenses pour chaque exemplaire, ce ne fut que peu de jours avant son départ pour la Nouvelle-Zélande qu'il put s'en procurer un, capturé sur un petit îlot rocheux appelé Kerewa, dans la baie de Plenty. De tous les faits qu'il a pu recueillir sur *Hatteria,* il résulte que ce Reptile était autrefois très commun dans l'île de la Baie de Plenty, qu'il vivait dans les crevasses des rochers qui bordent le rivage, et que les naturels le tuaient pour s'en nourrir. Ce dernier fait l'a maintenant rendu très rare; aussi beaucoup des plus vieux habitants de l'île ne l'avaient-ils jamais vu.

Le professeur H.-A. Ward éprouva aussi, durant son séjour à la Nouvelle-Zélande, de grandes difficultés à se procurer des spécimens de *Hatteria.* Il leur fit la chasse et finit pourtant par en rencontrer, cachés dans les anfractuosités des rochers, dans des cavités naturelles, quelquefois même dans une sorte de terrier comme un trou de rat. On pouvait alors s'en emparer soit avec la main, soit avec un bout de ficelle. Le peu de vivacité de l'animal permettait ce dernier genre de capture; rarement il essayait de s'échapper, et jamais il ne fit mine de mordre. Seulement, si on le prenait par la queue, il la faisait presque toujours tomber en se débattant, la laissait dans la main de l'agresseur et se cachait sous les rochers. M. Ward en prit quinze mesurant de 18 à 30 centimètres.

Hatteria est un lézard massif dont la queue comprimée est surmontée d'une crête qui rappelle celle de l'alligator. La couleur générale du corps est d'un vert foncé, blanchâtre en dessous et abondamment parsemé de points jaunâtres. Dans quelques spécimens, la queue, tout en

étant de la même longueur et d'une forme ressemblant généralement à celle des autres, a une apparence particulière. Les écailles n'y ont pas, comme d'ordinaire, la disposition de bandes régulières et croisées. De plus, ces queues ne présentent pas de vertèbres, mais, à leur place, un axe calcifié, aplati et sans articulations. Comme le Gecko, *Hatteria* est un de ces Reptiles chez lesquels la queue peut, quand elle a été perdue accidentellement, se reproduire. Nous l'avons indiqué plus haut.

Hatteria n'a pas d'organes de copulation. Il va s'éteignant avec rapidité. Le professeur J. von Haast en a apporté récemment un certain nombre de vivants en Europe; ils doivent être au jardin zoologique de Londres.

V. *Mœurs*. Le Champsosaure était un animal amphibie, fréquentant les eaux douces, de mœurs très analogues à celles du Gavial. Il était sans doute ichtyophage; ses dents palatines sont admirablement disposées pour retenir le poisson.

Dans l'eau, le Champsosaure nageait surtout avec sa queue, et se dirigeait avec ses membres, qui n'étaient pourtant pas des nageoires. A terre, c'était un quadrupède bas sur ses pattes.

Il était bien certainement ovipare.

VI. *Enfouissement*. Suivant M. Rutot, il y avait à Erquelinnes, à l'époque landénienne, le delta d'un fleuve. D'autre part, les ossements du Champsosaure sont parfaitement conservés et aussi beaux que ceux d'un animal actuel qu'on viendrait de préparer, sans compter qu'on les a trouvés dans leurs connexions anatomiques. Donc, comme le Hainosaure, le Champsosaure a dû être enfoui rapidement après sa mort, sinon on retrouverait les ossements disjoints et même roulés.

Notre spécimen aura trouvé la mort en descendant le fleuve, et aura été transporté par le courant jusque dans la mer. Là il s'est bientôt recouvert d'une couche de sable, dans laquelle s'est poursuivie la fossilisation.

VII. *État du sol.* Selon M. Rutot, à l'époque landénienne inférieure, la mer, qui couvrait toute la région occidentale et centrale de la Belgique, s'avançait vers l'est, au delà de Bruxelles, presque jusqu'à Thuin, Charleroi, Waremme et Tongres. Plus de la moitié du territoire actuel était, par conséquent, sous l'eau.

VIII. *Contemporains.* Le Champsosaure avait, avant tout, comme contemporains, deux autres Sauropsides; le *Gastornis*, oiseau gigantesque dont nous parlerons bientôt, et le *Pachyrhynque*, singulière tortue marine sur laquelle nous aurons aussi à revenir.

Selon M. Lemoine, il faudrait y joindre parmi les Mammifères : *Arctocyon, Hyænodictis, Lophiodochœrus, Pleuraspidotherium, Plesiadapis, Adapisorex, Neoplagiaulax*; parmi les Oiseaux : *Remiornis, Eupterornis;* parmi les Reptiles : des Caïmans, des *Trionyx*, des Lézards; et parmi les Poissons : des Sparoïdes, des Amiadés, des Requins et des Raies.

IX. *Dimensions.* Le Champsosaure du musée de Bruxelles mesure environ $2^{m}50$; il y en avait de plus grands. J'en publierai sous peu une restauration.

III

LE GASTORNIS.

I. *Historique.* Dans la séance du 12 mars 1855, Constant Prévost annonça à l'Académie des sciences de Paris que M. Gaston Planté, alors préparateur au Conservatoire des arts et métiers, aujourd'hui électricien célèbre et l'un des plus anciens membres de la Société scientifique de Bruxelles, venait de trouver au Bas-Meudon, dans le conglomérat inférieur à l'argile plastique, un tibia provenant d'un oiseau gigantesque, que M. Hébert, aujourd'hui professeur à la Sorbonne, proposait d'appe-

ler *Gastornis parisiensis*, pour indiquer à la fois le nom de l'auteur de la découverte (oiseau de Gaston) et la localité où elle avait éte faite. M. Hébert et M. E. Lartet, qui avaient étudié cet os au point de vue anatomique, présentèrent dans la même séance leurs observations sur la place qu'ils pensaient que cet oiseau devait occuper dans les cadres zoologiques.

Quelques mois après, M. Hébert découvrit le fémur du même animal, à Meudon, dans la même couche, à trois mètres seulement de distance horizontale du point où avait été trouvé le tibia.

Depuis cette époque, le nombre des ossements du *Gastornis* s'est augmenté, mais fort lentement. Ainsi, aujourd'hui, la collection paléontologique de l'École normale supérieure de Paris possède le tibia recueilli par M. Gaston Planté à Meudon, un autre tibia plus incomplet et le fémur dont j'ai parlé plus haut.

M. Hébert a encore recueilli à Passy, lors des fouilles qu'on a exécutées pour la pose d'un gazomètre, divers fragments : un péroné presque complet, un fragment du même os, deux trochlées digitales médianes du métatarse et un fragment d'une trochlée latérale.

Enfin, le Muséum d'histoire naturelle de Paris possède une trochlée digitale latérale du métatarse, qui semble provenir d'un oiseau de la même espèce et qui a été recueillie à Passy par M. Verry.

Heureusement pour la science, les découvertes d'ossements de ce remarquable oiseau ne se bornèrent point là. Grâce aux patientes recherches de M. Victor Lemoine, il est aujourd'hui possible de se faire une idée d'ensemble du *Gastornis*. Le savant naturaliste français a, en effet, réuni des pièces du crâne, de la colonne vertébrale, des côtes, du sternum, de la ceinture scapulaire, du membre antérieur (ailes), de la ceinture pelvienne (bassin, os de la hanche) et du membre postérieur (pattes).

D'autre part, M. Alfred Lemonnier, ingénieur-régisseur

des usines à phosphates de la société Solvay et Cie à Mesvin-Ciply, a trouvé, dans cette localité, l'extrémité inférieure d'un fémur. Cette pièce importante me fut communiquée par M. Houzeau de Lehaie, membre de la chambre des Représentants, qui eut, en même temps, la bonté de m'indiquer exactement la position du gisement et l'âge du dépôt qui le renfermait. Je l'ai décrite dans le *Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle*, et elle figure actuellement dans la *Salle d'Anvers*.

Ajoutons que l'Angleterre possède aussi actuellement son *Gastornis*. Au commencement de 1883, M. H. Klaassen a obtenu, de couches éocènes près de Croydon, des restes du tibia et du fémur de cet oiseau. Les pièces, décrites par le savant paléontologiste anglais, M. E. T. Newton, sont actuellement déposées dans le musée du service géologique du Royaume-Uni (Jermyn street, à Londres), et nous en avons des fac-similé dans la *Salle d'Anvers*.

II. *Gisement*. — Le *Gastornis* n'a été rencontré jusqu'à présent que dans les couches appartenant aux formations éocènes inférieures.

Le spécimen de Mesvin-Ciply provient du landénien inférieur, c'est-à-dire qu'il est du même âge, mais d'une localité différente, que le Champsosaure, et de la même localité, mais d'un âge différent (plus récent), que le Hainosaure.

III et IV. *Structure et position dans le règne animal*. Il serait fastidieux de décrire ici les divers ossements du *Gastornis* ; une étude comparative sera plus intéressante car on se représente facilement, au moins dans ses grands traits, ce que pouvait être *un oiseau d'une taille non inférieure à celle de l'autruche, mais plus massif, et qui égala dans ses proportions quelques-unes des formes les plus pesantes des Moas de la Nouvelle-Zélande*. Voici donc les opinions successives qui furent émises sur la position qu'il doit occuper parmi les Oiseaux.

M. Hébert, après avoir comparé l'os principal de la

jambe du *Gastornis* à celui de divers types d'oiseaux actuellement existant, ajoutait que, quand on place son tibia près d'un tibia de Cygne, d'Oie ou de Canard, on est frappé des ressemblances nombreuses que l'on y trouve. La forme générale est la même, surtout pour la tête inférieure. Cependant, il y avait aussi des différences d'une grande signification qui montraient bien qu'on avait affaire à un type nouveau.

M. E. Lartet, tout en signalant les analogies qui existent entre le tibia du *Gastornis* et celui des Palmipèdes de la famille des Anatidés, reconnut divers points le rapprochant des Échassiers.

Valenciennes le plaça près de l'Albatros.

Sir R. Owen crut qu'il devait être rangé dans les Échassiers et plus particulièrement avec les Rallides.

M. Lemoine conclut que le *Gastornis* était un type spécial d'Oiseau, totalement différent des animaux de cette classe, vivants ou fossiles, mais qu'il présentait certaines ressemblances avec divers groupes d'ailleurs largement séparés.

Les matériaux dont j'ai disposé ne m'ont point permis de me faire une opinion personnelle à cet égard.

Pour M. E. T. Newton, le type actuel qui s'approche le plus du *Gastornis* est une oie singulière de l'Australie, appelée *Cereopsis Novæ Hollandiæ*.

V. *Mœurs*. — Le petit volume des ailes et la taille sont suffisants pour montrer que le *Gastornis* ne pouvait point voler.

Selon M. Lartet, ç'aurait été un animal essentiellement nageur, retenant quelques-unes des habitudes propres aux Échassiers qui vivent sur le bord des eaux peu profondes.

VI. *Enfouissement*. — L'os de *Gastornis* du musée de Bruxelles était isolé; le squelette auquel il appartenait aura donc subi la putréfaction avant l'enfouissement. Cependant la pièce n'est pas roulée; elle a donc dû être

ensevelie peu de temps après s'être détachée de la carcasse principale.

VII. *État du sol et contemporains.* — L'état du sol et la faune contemporaine du *Gastornis* étaient les mêmes que pour le Champsosaure, puisque ces animaux vécurent simultanément.

L. Dollo.

(La fin prochainement.)

ENTOMOLOGIE COMPARÉE

LES INSTINCTS DES HYMÉNOPTÈRES

L'étude de l'entomologie comparée emprunte aux récentes discussions qui se sont produites dans la presse scientifique sur la genèse et la nature des instincts de certains hyménoptères un véritable intérêt d'actualité, non seulement pour les naturalistes, mais aussi pour les amateurs de science spéculative.

La question de l'origine des instincts, souvent si merveilleux, que l'on observe chez certains insectes au cerveau rudimentaire, passionne même beaucoup plus à l'heure qu'il est les philosophes que les spécialistes formés à l'école des sciences d'observation.

En effet, cette question, résolue dans un sens ou dans un autre, semble entraîner nécessairement le philosophe à prendre parti pour ou contre la théorie de Darwin ou, pour mieux dire, la doctrine de l'évolution appliquée aux phénomènes de l'ordre psychologique.

Tel n'est point cependant notre avis.

Nous croyons que l'on peut admettre dans son intégrité la théorie de l'acquisition lente et progressive des instincts par la sélection naturelle et les influences de milieu, sans être fatalement amené à conclure avec Darwin et ses partisans que l'intelligence et la raison humaines sont des produits de l'évolution comme les organismes. A nos yeux, les phénomènes de la conscience, tels qu'ils se manifestent chez l'homme, sont d'un tout autre ordre que les phénomènes de l'instinct, de la mémoire, voire même de l'imagination des animaux. Comme l'a dit excellemment un philosophe, « l'animal connaît les phénomènes, l'homme seul SE connaît. »

L'animal perçoit comme nous, par l'intermédiaire des sens, les mouvements du monde extérieur qui déterminent ses impressions, ses sensations et ses mouvements réflexes ou soi-disant spontanés et volontaires. Ses impressions s'enchaînent, se groupent et se coordonnent dans son cerveau de façon à déterminer chez lui des phénomènes de mémoire et d'imagination semblables ou comparables aux phénomènes correspondants de l'esprit humain. Mais là s'arrêtent les ressemblances.

L'homme se détermine, l'animal est déterminé ; ses actions soi-disant volontaires sont les résultantes du conflit des forces physico-chimiques internes et externes. C'est de lui que l'on peut dire qu'il est le jouet de ses impulsions provoquées ou modifiées par les excitations du milieu dans lequel il se meut.

Chose curieuse et qui donne singulièrement à réfléchir à l'observateur impartial et sans parti pris, attentif aux différentes phases de la lutte engagée de nos jours sur ce terrain entre les naturalistes et les philosophes d'écoles diverses, les mêmes positivistes qui mettent en doute le libre arbitre de l'esprit humain attribuent parfois aux animaux inférieurs une perspicacité, un jugement et une liberté d'action prodigieuses.

Les travaux de John Lubbock sur les fourmis sont

particulièrement remarquables sous ce rapport. « Les fourmis, dit-il, doivent être rangées immédiatement après l'homme au point de vue intellectuel. » Mais, en lisant attentivement ses observations, on ne tarde pas à se convaincre que, si les mœurs de ces curieuses bestioles, qui réalisent l'idéal du gouvernement républicain et de la division du travail dans l'État, passant tour à tour dans leur évolution sociale (selon John Lubbock) par les différentes phases de l'histoire de l'humanité — la chasse, la période pastorale, la période agricole, la période guerrière, industrielle, etc. — que si ces mœurs, disons-nous, sont attribuables à l'intelligence, l'esprit humain est singulièrement distancé par celui des fourmis.

Les abeilles ne sont d'ailleurs pas moins remarquables à ce point de vue. Chacun sait qu'elles ont résolu dans la construction de leur ruche un problème qui arrêterait des géomètres.

Si les fourmis emportent les nymphes des tribus vaincues pour en faire des esclaves, si elles suivent dans leurs marches guerrières un ordre de bataille qui accuse une science approfondie de la tactique militaire, si elles élèvent des pucerons pour les traire comme nous élevons du bétail, les abeilles sont des artistes et des industriels consommés, qui savent tirer un parti admirable des matériaux de construction et des matières premières placées à leur portée. Elles pratiquent la science de l'alimentation avec une précision qui ferait envie à nos plus savants éleveurs ; car elles savent graduer admirablement les doses et calculer les relations nutritives des rations suivant l'âge et le sexe de leur progéniture.

Évidemment, toutes ces opérations paraissent trahir chez leurs auteurs une intelligence et une puissance de calcul extraordinaire.

Cependant l'observation démontre qu'il n'en est rien ; l'insecte n'a point conscience des actes qu'il accomplit et qu'il enchaîne si merveilleusement en vue d'un but à

atteindre. Les hyménoptères les plus remarquables par le développement de leurs instincts et la complication de leurs mœurs se montrent le plus souvent stupides, pour peu qu'on les écarte du cycle fatal de leurs mouvements coordonnés. Ainsi l'*abeille maçonne* et le *Bembex*, qui vole communément au mois d'août dans nos Campines, où il pourchasse les taons parasites des chevaux et du bétail, ne reconnaissent leurs cellules que par leur situation. Si on échange leurs cellules en leur absence, elles ne s'en aperçoivent pas et continuent à nourrir la progéniture de leur voisin. Si l'on perce à la base une cellule à miel de l'abeille maçonne, elle continue à verser son nectar dans ce tonneau des Danaïdes et y adapte un couvercle. « Voilà l'instinct, dit très bien M. Foll : mécanisme merveilleux, stupidité profonde. »

Le chasseur de mouches, le *Bembex rostré* creuse dans le sable une galerie terminée par une chambre où il élève sa larve, comme l'oiseau élève ses petits, en lui apportant des mouches fraîches.

Si on déterre sa cellule et qu'on la place entr'ouverte à côté de l'endroit où elle était enfoncée, le Bembex ne la reconnaît plus, alors même que sa larve frétille sous ses yeux.

Il s'obstinera à creuser avec persistance au point précis où se trouvait sa cachette. Il est facile de répéter cette expérience qui donne toujours le même résultat. Cependant le Bembex est doué d'une puissance visuelle extraordinaire.

Les gros yeux bombés à milliers de facettes qu'il porte sur les deux côtés de la tête lui servent à prendre des alignements à la façon des géomètres. Ces organes merveilleux sont formés en réalité de milliers d'yeux disposés en éventail, qui lui permettent de réaliser d'un seul coup les opérations géodésiques que le savant ne peut accomplir que lentement, à l'aide de son théodolite, par des triangulations successives. Cette faculté de

mesurer des yeux, en volant, tous les angles possibles paraît être commune à tous les hyménoptères ; ce qui leur permet de retrouver l'emplacement exact de leur nid, alors même qu'après les avoir capturés, on leur rend la liberté à de grandes distances de leurs larves.

Le Bembex fond directement sur son nid, tout à fait invisible dans le sable; car il a soin, chaque fois qu'il en sort, d'en dissimuler l'entrée par un soigneux ratissage. La partie supérieure de la galerie qui mène à la chambre de la larve s'écroule à chaque sortie de la mère ; celle-ci doit donc se frayer un passage avec ses mandibules et les tarses de ses pattes, dont le développement et la force correspondent admirablement à la fonction qu'ils remplissent.

Malheureusement, à la rentrée au nid, ses pattes sont paralysées par le gibier qu'elles étreignent. De plus, de petites mouches parasites (1) la guettent pour déposer leur œuf dans son gibier, afin de permettre à leurs larves de vivre aux dépens de sa progéniture, en dévorant la proie qui lui était destinée. Il faut donc opérer prestement. L'insecte ne paraît pas l'ignorer; car d'un seul coup de tête, accompagné d'un coup de balai des tarses antérieurs, il enfonce sa porte mouvante pour disparaître dans le sable de la galerie. Ce sable a été soigneusement tamisé par lui dans ses moments de loisir, de façon à n'opposer aucune résistance à ses efforts.

La galerie droite ou curviligne peut atteindre trente centimètres de profondeur, et la loge de la larve plusieurs centimètres de diamètre. Cette cellule, creusée dans le sable humide et tassé, n'est sujette à s'écrouler que lorsque l'éducation de la larve est terminée et qu'elle est passée à l'état de nymphe. Alors elle peut braver les accidents, à l'abri de la triple enveloppe de la coque résistante où s'opère sa métamorphose finale. Dure comme

(1) Ces mouches appartiennent au genre *Tachinaire*, et suivent la femelle au vol ou montent la garde autour de son terrier.

du bois, cette coque, qui mesure environ deux centimètres, est faite de soie et de sable agglutiné ; rugueuse à l'extérieur, elle est lisse et vernissée en dedans.

M. Fabre a constaté que l'œuf du Bembex est pondu sur le flanc de la première mouche capturée et déposée dans la cellule. Cette première pièce de gibier est généralement plus petite que les autres, et appartient le plus souvent à la famille de ces mouches vertes et dorées, si communes sur les excréments et les chairs corrompues (1).

Si les diptères parasites ont réussi à déposer leurs œufs sur les mouches apportées par la mère, en dépit de sa vigilance et de son habileté à conjurer leurs obsessions, le Bembex s'évertue avec une stupidité remarquable à suffire aux besoins des ennemis introduits dans la place. Les œufs des Tachinaires donnent naissance à de petits vers transparents rougeâtres, qui partagent les repas de la larve du Bembex et ne craignent pas de s'attaquer à cette larve beaucoup plus grande qu'eux, lorsque les vivres font défaut ou que la mère tarde à les renouveler. Ce sont donc des ennemis redoutables qu'elle sustente au lieu de les jeter à la porte. Ce Bembex, qui chasse si vaillamment les plus gros insectes de l'ordre des diptères pour en faire la proie de ses petits, on peut le voir prendre chasse à son tour devant des mouchettes qu'il pourrait occire d'un coup de dent ou plutôt de mâchoire, et entretenir ensuite aveuglément les enfants de ses ennemis.

Il en est de même d'ailleurs de la plupart des autres hyménoptères fouisseurs ; mais ceux-ci se bornent, comme nous le verrons bientôt, à pourvoir leurs larves de provisions une fois pour toutes et à murer dans la même cellule les œufs de la mouche parasite avec le leur. L'insecte obéit ainsi sans s'en douter à la grande loi de pondération, qui régit l'économie générale de la nature et qui maintient

(1) *Lucilia Cæsar*. Les autres mouches trouvées en Campine dans les cellules pendant le développement de Bembex rostratus appartiennent aux genres *Eristale*, *Syrphus* et à différentes espèces de taons.

l'équilibre de la vie à la surface du globe, en limitant sans cesse la génération d'une espèce par la multiplication d'une autre.

Preuve évidente de l'inconscience de l'animal, dont l'instinct n'est que le jeu d'une machine nerveuse, et de l'intelligence de la cause extrinsèque qui a inventé et réglé cette machine, en limitant sagement son développement ou sa multiplication dans le temps et dans l'espace.

Si l'instinct n'était qu'une habitude acquise par des tâtonnements successifs, une transformation lente et progressive de mouvements volontaires en mouvements réflexes ou automatiques par la répétition des exercices et la sélection naturelle, les exemples de stupidité que l'on relève à chaque pas dans l'étude des insectes, à côté des combinaisons les plus savantes, ne pourraient certainement se produire. Ces coïncidences sont trop nombreuses pour que les observateurs sincères et les philosophes sans parti pris se refusent plus longtemps à y voir l'expression d'une véritable loi.

Comment! un animal qui serait arrivé par des expériences successives, par des associations d'idées nombreuses et compliquées, à conquérir des habitudes aussi remarquables, à réaliser des industries aussi savantes que celles des abeilles ou des Bembex, n'aurait jamais pu se débarrasser de parasites si faibles et si faciles à détruire ou à chasser que ceux qui dévorent ses larves!

M. le professeur Herman Foll en convient, nous semble-t-il, quand il écrit: « Ce que le génie n'aurait pas le temps d'inventer, la petite machine vivante l'exécute du premier coup, bien, mais bêtement. » L'infaillibilité même de l'instinct est la preuve de sa fatalité. Le Bembex élève la larve de son ennemi, le *Tachinaire*, aussi fatalement et aussi aveuglément que la fauvette élève le jeune coucou dont l'œuf a été pondu dans son nid.

M. H. Foll se récrie contre « ces inepties de la nature », et trouve peu respectueux ceux qui, à l'instar de M. Fabre,

le patient entomologiste, attribuent toutes ces inepties à la Providence.

« Par une chaude journée du mois d'août, dit-il, M. Favre était posté au gai soleil de Provence, guettant ses chers hyménoptères.

» Le matin, quelques paysannes passent par là se rendant au marché et le voient dans cette situation. L'après-midi, elles repassent; vous jugez de leur ébahissement à le voir toujours immobile au même endroit. L'une se détourne et continue son chemin avec un hochement de tête : « Un paouré inoucein, pécaré! » Et elle fait le signe de la croix. Un innocent, en patois provençal, c'est quelque chose comme un idiot, et la croyance populaire veut que les idiots soient des êtres sacrés, placés plus ou moins directement sous la protection divine.

» Or, Fabre lui-même n'en agit pas autrement avec ses hyménoptères. Leur ineptie l'enchante autant que leur habileté. Il y voit la preuve que ces animaux sont guidés directement par la Providence et, dans un langage différent, il s'écrie lui aussi : « Un paouré inoucein, pécaré! » et il fait le signe de la croix. »

Nous avouons ne pas bien comprendre la portée des critiques ironiques de M. Foll.

Est-ce que par hasard il ne verrait dans ce qu'il appelle l'ineptie de l'insecte qu'une défaillance de la nature ? Est-ce qu'il n'entrevoit pas la raison d'être de cette soi-disant ineptie, évidemment nécessaire pour maintenir dans de justes limites le développement de l'espèce d'hyménoptères en question. Est-ce qu'il ne voit pas que l'inconscience de l'insecte est la meilleure démonstration de la conscience de l'auteur de la nature ? N'est-ce pas le cas de lui rappeler ici cette fameuse phrase de Voltaire, qui en matière de surnaturel n'avait cependant pas l'habitude de se payer de mots ; que, si une montre prouve un horloger, un palais un architecte, la nature prouve un Dieu ?

« On pipe les hommes avec des mots », disait le vieux

Montaigne. La vérité, c'est qu'à aucune époque peut-être, n'en déplaise aux contempteurs de la science du passé, les savants ne se sont plus payés de mots quand ils touchent aux confins de la science et de la philosophie. L'école anglaise, dont Herbert Spencer est le chef, se distingue sous ce rapport. Elle a la prétention de résoudre les problèmes les plus ardus de la nature avec quelques formules plus ou moins vagues et plus ou moins sonores, qui font parfois impression sur les profanes et sur les esprits cantonnés dans un coin du domaine de la science, comme le sont, hélas, trop de spécialistes aujourd'hui.

Le passage de l'homogène incohérent et indéfini à l'hétérogène cohérent et défini, la loi de l'instabilité de l'homogène et de la multiplication des effets, l'intégration progressive des mouvements, la loi de différenciation, de ségrégation, etc., etc. sont autant de mots qui ne correspondent pas toujours avec une grande rigueur à la réalité des faits. C'est du moins ce que nous nous sommes efforcé de démontrer, il y a plusieurs années déjà, dans cette *Revue* (1) sans rencontrer de contradicteur. Certes, l'intégration progressive des mouvements favorise au plus haut point la transformation des mouvements volontaires en mouvements réflexes. Elle peut créer des habitudes nouvelles, qui deviennent une autre nature, comme le dit si bien un ancien proverbe. Elle recèle le secret de l'éducation de la première enfance. Nous voyons même chaque jour des animaux acquérir sous nos yeux des habitudes nouvelles. Mais tous ces phénomènes relèvent beaucoup plus, il faut en convenir, de la sélection artificielle que de la sélection naturelle. C'est parce que l'homme est, comme l'a dit si bien M. de Quatrefages, le contre-maître du Créateur, parce qu'il a conscience de ses actes, qu'il parvient si aisément à modifier par le dressage les mœurs des animaux qu'il soumet à son empire et fait concourir

(1) Tome V, p. 76. 1879.

à ses industries. Abandonné à lui-même, l'animal inconscient modifie au contraire très rarement ses habitudes. Les mœurs des hyménoptères décrits par Aristote ne diffèrent point des mœurs des insectes observés de nos jours. Il en est de même des autres animaux.

Affirmer que l'évolution des instincts ne paraît pas plus douteuse que celle des organes, comme le faisait récemment M. C. Mauvesin dans la *Revue scientifique,* nous semble une proposition plus que téméraire dans l'état actuel de la science.

Il est curieux de voir avec quelle assurance cet auteur expose ses vues prophétiques :

« En partant des *Tenthrédiniens,* on devra pouvoir suivre la série des instincts jusqu'aux *Vespiens* et aux *Aspiens* les plus élevés. Des insectes *phytrophages* aux carnassiers, la transition se ferait par l'intermédiaire des *Cynipiens* producteurs de galles et des *Chalcidiens* parasites; puis on pourrait comprendre comment, après avoir été parasite comme un Ichneumon, l'Hyménoptère est arrivé peu à peu à perfectionner le mode d'approvisionnement de ses jeunes, comme l'*Odynère.*

» Mais dès que, pour une cause ou pour une autre, l'Hyménoptère ne s'est plus servi de son venin pour engourdir sa proie, dès que, comme le *Bembex,* par exemple, il a approvisionné ses larves de proie morte, mais toujours fraîche, de nouveaux besoins, de nouvelles habitudes en sont résultés, savoir ; en premier lieu, la nécessité de pénétrer dans le nid à chaque proie nouvelle ; puis la nécessité non moins grande de fermer chaque fois le nid pour empêcher l'invasion des parasites. Cette dernière condition compliquant singulièrement l'approvisionnement, on conçoit qu'elle n'ait pu disparaître que par l'association, en d'autres termes, en mettant un gardien à la porte désormais ouverte du nid. La crainte des parasites a donc pu contribuer à amener l'association ou, si l'on aime mieux, la sociabilité avec toutes ses nuances. Plus tard

enfin, se sont produits les neutres, dont Darwin explique l'apparition de la manière suivante:

» Une légère modification de structure ou d'instinct, corrélative à l'état de stérilité de certains individus, s'est sans doute trouvée avantageuse à la communauté; conséquemment les mâles et les femelles fécondes de la même communauté réussirent mieux dans la vie que ceux des communautés rivales et transmirent à leur postérité féconde une tendance à reproduire des individus stériles doués des mêmes particularités d'organisation ou d'instinct. Ce procédé peut s'être continué jusqu'à ce qu'il se soit produit entre les femelles fécondes et les ouvrières stériles de la même espèce la prodigieuse différence que nous observons aujourd'hui chez beaucoup d'espèces sociales. »

On croit rêver en lisant ces élucubrations soi-disant scientifiques, qui ont la prétention d'expliquer les origines de l'instinct par l'évolution.

L'explication risquée par M. Mauvesin nous paraît beaucoup moins étrangère au romantisme qu'à la littérature scientifique. Tels qu'il les explique, les phénomènes de la genèse des instincts sont certainement plus extraordinaires et plus miraculeux que dans l'hypothèse de la création. Cependant, dès que l'auteur en question cesse de s'inspirer de l'esprit de système pour observer purement et simplement les phénomènes, il est amené à confirmer les observations de M. Fabre, notamment en ce qui concerne les mœurs de l'*Odynère*, espèce de guêpe solitaire qui approvisionne ses jeunes avec des chenilles. M. Mauvesin décrit minutieusement les mœurs de l'*Odynère antilope*, s'attaquant de préférence à la chenille de la pyrale du rosier pour alimenter ses larves. Il montre comment cet insecte s'y prend pour paralyser sa proie à coups d'aiguillon après l'avoir enlevée du cornet de feuilles de roses où elle se cache. Il compare et analyse avec soin l'action des poisons divers dont les hyménoptères font usage pour paralyser leurs victimes ou pour se défendre contre leurs enne-

mis. Mais il oublie complètement d'expliquer des phénomènes du genre de ceux que Réaumur a observés dans une espèce voisine du même genre, l'*Odynère de la ronce* (1), qui fabrique avec du mortier, dans une tige de ronce, une série de cellules pour y déposer ses œufs. Ces cellules juxtaposées sont murées les unes après les autres, après que la mère a pourvu aux besoins futurs de chaque larve par la capture successive d'une série de larves de charançons, qu'elle anesthésie ou paralyse, sans les tuer, avec un poison analogue au curare.

M. Blanchard, professeur au Muséum de Paris, a constaté que, comme les premiers œufs pondus par l'*Odynère* occupent le fond de la galerie, ce sont les derniers pondus qui éclosent d'abord, un à un, dans l'ordre inverse de la ponte.

Ce phénomène, qui a été observé chez plusieurs autres espèces de la même famille, nous paraît de nature à embarrasser singulièrement les esprits spéculatifs ou les philosophes ennemis de la *téléologie* (2). Nous avons déjà appelé à plusieurs reprises leur attention sur ce point, de même que sur certains phénomènes d'organisation mis en lumière par l'embryologie moderne.

Dans l'évolution du fœtus des animaux supérieurs, l'on voit les diverses parties d'un appareil organique naître de tissus éloignés et d'origines différentes, pour marcher à la rencontre les uns des autres et constituer en se juxtaposant un organe unique.

Le physiologiste Longet insistait déjà sur cette donnée de l'organogénie, que l'on tenterait vainement de concilier avec les doctrines en vogue. M. H. Nicolas, qui prétend avoir observé plusieurs phénomènes *réflexes spontanés* chez les hyménoptères et croit pouvoir en conclure que l'instinct n'est que la transmission d'actes intelligents, cite

(1) Voir la figure de cet insecte, *Revue des quest. scient.*, t. XIII, p. 361.

(2) Voir Revue des questions scientifiques, t. V, p. 35, 1879 : *Entomologie comparée. Les parasites de l'agriculture.*

à l'appui de sa thèse des observations beaucoup mieux faites pour confirmer notre manière de voir. Par exemple, il croit avoir découvert chez les hyménoptères « la faculté inouïe de pondre à volonté des œufs mâles ou femelles ». Comme les femelles exigent pour se développer un espace et une ration plus considérable que les mâles, si l'insecte ne disposait au moment de la ponte que d'une galerie étroite, il construirait des cellules plus petites et moins bien approvisionnées. M. Nicolas, en présentant tour à tour des tubes de différentes dimensions à divers hyménoptères fouisseurs, prétend avoir obtenu à volonté des œufs de l'un ou de l'autre sexe.

« Et vous voulez, conclut M. Nicolas, que celui qui approprie si bien la ponte à tel volume, doublant les provisions de miel, de chenilles, d'araignées, de sauterelles, de larves, etc., pour alimenter un œuf femelle, ne puisse pas modifier ses actes ou en changer la série, enrichir par d'autres réflexes ceux qu'il possède déjà, *être intelligent en un mot.* »

Cette conclusion ne nous paraît nullement obligée, au contraire ; alors même que l'insecte modifie ses actes et en change la série pour les adapter à un autre milieu, rien ne prouve qu'il pose un acte intelligent. Certains ressorts ne jouent, dans plusieurs des machines inventées par l'homme, qu'en cas de dérangement ou de danger. Ne peut-il donc en être de même chez ces machines merveilleuses, sorties directement de la main du Créateur, chez ces organismes vivants, dont l'inconscience saute aux yeux et qui accomplissent cependant des miracles de prévoyance et de calcul, dans le cycle restreint de leur évolution spécifique ?

M. H. Foll affirme que l'on réunit sous le nom d'instincts des phénomènes d'ordre très différent, à savoir, les simples réflexes et les émotions ou passions innées. Nous admettons très volontiers cette distinction pour l'homme ; mais elle nous paraît bien sujette à caution chez les animaux.

En effet, avant de songer à séparer chez ces derniers « les actes conscients de ceux qui ne le sont pas », il faudrait démontrer d'abord l'existence de cette conscience obscure et insaisissable qui ne parvient jamais à soustraire l'animal aux lois du déterminisme le plus absolu. Car, alors même que l'animal s'écarte ou paraît s'écarter dans une certaine mesure du cycle ordinaire de ses mouvements réflexes, il est toujours nécessairement déterminé à agir par les mouvements ou les excitations du milieu où il se meut. Entre un mouvement réflexe acquis par l'habitude et fixé par l'hérédité et un mouvement spontané déterminé par le milieu, nous ne parvenons pas à découvrir de différence essentielle. Depuis les degrés les plus inférieurs de l'échelle de la vie, nous voyons les modifications du milieu réagir sans cesse contre les mouvements, ou les séries plus ou moins coordonnées de réflexes fixées par l'hérédité.

M. Haeckel a parfaitement compris toute la portée de cette loi quand il écrit : « Dans la nature vivante les ressemblances viennent de l'hérédité, les différences de l'adaptation. » Et par adaptation il entend précisément la résultante du conflit entre les mouvements ou les forces internes et externes. Chez l'animal comme chez l'homme, la mémoire fixe des impressions et les évoque de telle sorte que l'on peut voir, en des circonstances spéciales, l'animal se déterminer à agir dans une direction différente de celle que ses ancêtres ont suivie, non pas parce qu'il est intelligent et libre, parce qu'il associe des idées, qu'il compare, qu'il juge et qu'il veut, mais uniquement parce que les mouvements d'origine externe, accumulés sous forme d'impressions dans son système nerveux, finissent par l'emporter sur ses impulsions héréditaires. Dans un cas comme dans l'autre, il est déterminé et se meut suivant la ligne de la plus forte traction ou de la plus faible résistance.

Si l'animal avait conscience de ses actes, on verrait ses instincts se modifier sans cesse, comme les habitudes de l'homme, les lois et les institutions de l'humanité.

Or, il n'en est rien. Nous le répétons, les mœurs des *pompiles* et des abeilles décrites par Aristote ou chantées par Virgile sont restées absolument les mêmes que du temps des Grecs et des Romains.

Les guêpes n'ont pas appris à faire du miel ou de la cire comme les abeilles, ni les abeilles à faire du carton comme les guêpes. Les constitutions et les mœurs des fourmis sont restées les mêmes, les castes n'ont point changé. La division du travail s'exerce toujours de la même façon. Les nourrices et les ouvrières sont toujours stériles comme autrefois, les soldats sont toujours armés de la même façon. L'ordre et l'harmonie subsistent, parce que les lois de la nature sont immuables et qu'elles s'exercent à l'insu de ces insectes, comme des autres animaux. L'homme seul a conscience de ces lois ; plus il les connaît, plus il progresse, plus il agrandit le domaine de sa liberté.

Nous le déclarons très sincèrement, après avoir suivi de très près toutes les polémiques, après avoir étudié dans la nature même ce problème de l'instinct qui déroute tant de penseurs, nous ne comprenons pas comment l'on puisse encore attribuer à l'intelligence des animaux des opérations d'un ordre purement machinal comme les mœurs des insectes dont nous avons esquissé l'histoire. Entre les séries de mouvements coordonnés en vue d'une fin, tels que les physiologistes les observent dans l'organisme, et les instincts de ces insectes nous n'apercevons guère de différence. L'adaptation spontanée d'un œil aux différents milieux, ses modifications correspondant aux excitations lumineuses, c'est-à-dire aux divers degrés d'intensité de vibration des ondes éthérées, sont certainement aussi merveilleuses que les évolutions et les transformations de l'instinct. Et cependant nul ne songe aujourd'hui à expliquer le jeu et les adaptations spontanées de cet organe au milieu, par l'intervention d'un esprit occulte, d'un principe vital en un mot.

Toutes ces équivoques sont perpétuées par l'ignorance des ressources de la mécanique, ignorance généralement partagée, il faut le dire, par les philosophes et les naturalistes confinés dans leur spécialité.

Elles prennent également leur source dans les passions antireligieuses. Plutôt que d'admettre l'existence d'un Créateur, un grand nombre de naturalistes préfèrent admettre les explications les moins plausibles, voire même les plus ridicules, et substituent aux principes rigoureux de la méthode expérimentale les hypothèses les plus vaines et les conceptions *à priori*.

Afin de permettre au lecteur d'apprécier par lui-même la portée de nos critiques, nous croyons devoir insister sur les mœurs de certaines espèces d'insectes que l'on peut observer en Belgique et qui ont été particulièrement mises en cause par les naturalistes contemporains.

Tels sont les hyménoptères fouisseurs, que nous avons décrits sommairement dans un premier article, comme les sphégides ou guêpes des sables, dont nous avons figuré un représentant (1).

Les régions sablonneuses, comme nos Campines et nos dunes, ou bien encore les parties du Hainaut, des Flandres et du Brabant où affleurent les divers sables tertiaires, sont les territoires de chasse préférés des hyménoptères fouisseurs.

Il est donc facile d'observer ces insectes dans la plupart de nos régions agricoles. Le bassin bruxellien se prête tout particulièrement à ces observations, à cause des nombreuses tranchées qui le sillonnent dans tous les sens et de la composition particulière du sable, mélangé de craie et d'argile, de plusieurs de ses bancs. Aussi est-ce dans ces régions que nous avons réussi le plus souvent à contrôler, par nos observations personnelles, les mœurs extraordinaires des hyménoptères fouisseurs. Cependant

(1) Tome XIII, p. 364.

quelques espèces font des sables de la Campine leur habitat de prédilection.

La famille des Sphégides est représentée dans le midi de l'Europe par des espèces plus grandes, et qui s'attaquent presque toutes à des espèces d'insectes déterminés, à l'exclusion d'autres genres ou d'autres ordres. Ces Sphégides manient toujours leur dard empoisonné avec un parfait discernement. Ainsi le *Sphex du Languedoc* et le *Sphex à ailes jaunes*, qui s'attaquent aux grillons et aux sauterelles, donnent invariablement trois coups de poignard dans le thorax de leur victime, parce qu'il y a un ganglion moteur dans chaque anneau.

L'anatomie de ces orthoptères montre en effet qu'il y a là trois centres nerveux bien distincts pour animer les trois paires de pattes. Le sphex du Languedoc s'attaque en outre au cerveau de sa victime, mais il n'a garde de faire usage de son dard, qui donnerait la mort ; il se contente de comprimer les ganglions cérébraux entre ses mâchoires de façon à amener une torpeur passagère pendant le transport au nid (1).

Le sphex à ailes jaunes *(flavipennis)* ne s'attaque qu'aux grillons. Une autre espèce *(albisecta)* ne chasse que les criquets.

Le sphex du Languedoc s'attaque aux *Éphipigères*, sortes de grandes sauterelles vertes sans ailes, fort communes sur les feuilles de vigne à la fin de l'été. Ainsi l'*Ammophile soyeuse* ne s'attaque guère qu'aux chenilles des phalènes ou arpenteuses. Les *pompiles*, qui disposent d'un venin plus violent, s'attaquent de préférence aux araignées dans les pays chauds. En Belgique, le pompile préfère les *lycoses*. Il les transporte dans son nid, et pond un œuf sur leur flanc.

Aristote avait déjà signalé ce trait de mœurs dans son histoire naturelle des insectes. Le pompile qui s'attaque à

(1) Fabre, *Souvenirs entomologiques*.

la grande araignée des caves, également armée de fortes mâchoires et de poison, n'a garde de se jeter imprudemment sur sa victime embusquée dans un tube de soie. Il se contente de toucher l'orifice de la toile. L'araignée bondit aussitôt au dehors pour fondre sur sa proie; mais le pompile se jette sur elle en volant et la saisissant par l'extrémité d'une de ses longues pattes, il la précipite sur le sol; puis, sans lui laisser le temps de se reconnaître, la transperce de sa lance.

L'araignée n'a qu'un seul ganglion thoracique où se concentrent les mouvements. Il ne faut donc qu'un seul coup d'aiguillon pour la frapper de paralysie. Comme toujours, l'agresseur a visé avec une précision miraculeuse l'organe invisible qu'il lui importait d'atteindre. Les pompiles qui s'attaquent à des araignées moins dangereuses fondent directement sur elles sans recourir à ces étonnantes ruses de guerre. La nature ne fait rien en vain.

Nous avons jadis décrit dans ces colonnes les caractères distinctifs de cette famille d'insectes, proches parents des abeilles, et qui ne diffèrent des guêpes que par leurs mœurs. Tandis que les guêpes vivent, comme les fourmis, dans une habitation commune, sous un régime républicain, les hyménoptères fouisseurs se creusent généralement des terriers pour leur propre compte, d'où vient leur nom de guêpes solitaires.

Cependant plusieurs espèces ont la taille plus longue et plus fine que la guêpe ordinaire. Leur abdomen, formé de plusieurs anneaux, s'allonge également d'une manière anormale, comme chez ces parasites des chenilles que l'on nomme *ichneumons* et dont nous avons également décrit les mœurs.

Souvent leur grosse tête, ornée de cornes recourbées, est noire ainsi que le corselet; tandis que l'abdomen, en forme de poire à la tige effilée, porte une écharpe rouge dans sa partie inférieure. Telles sont les *ammophiles*,

désormais célèbres par leurs mœurs, qui semblent au premier abord révéler une science approfondie et des facultés de raisonnement supérieures à celles de bien des savants.

L'anatomie nous enseigne que les chenilles présentent, comme presque tous les articulés, une chaîne nerveuse située dans la partie ventrale. Cette chaîne longitudinale présente généralement autant de renflements ou ganglions qu'il y a d'articles du corps, c'est-à-dire d'anneaux ou de segments.

La physiologie nous enseigne à son tour que dans ces ganglions se centralisent la sensibilité et le mouvement de l'animal; en sorte que si, par un savant artifice, on parvient à paralyser les fonctions de chacun de ces centres nerveux, on paralyse par le fait chacun des anneaux de la chenille.

Pour réussir dans cette vivisection délicate, il faut être un anatomiste de première force, et encore ce n'est le plus souvent qu'après plusieurs piqûres que l'on peut arriver à frapper le centre visé. De plus, il importe que la pointe du stylet ou de l'aiguille soit enduite d'une substance hypnotisante qui, comme le chloroforme, paralyse ou endort l'animal sans le tuer.

Voilà bien des conditions requises pour atteindre péniblement un but que l'*ammophile* atteint d'emblée sans hésiter, comme en se jouant.

Nous possédons en Belgique deux espèces d'ammophiles bien distinctes : l'ammophile hérissée, encore appelée *Psammophile* par les naturalistes de cabinet, préoccupés de compliquer la terminologie scientifique.

La seconde espèce, de beaucoup la plus commune et qui voltige dès le mois de mai dans des champs, surtout au bord des sentiers sablonneux cimentés par un peu d'argile et de calcaire, est l'ammophile des sables, *Ammophila sabulosa*.

Chez cette ammophile, comme chez toutes ses congé-

nères, les tarses des pattes antérieures font l'office de rateaux, et les mandibules de pioche et de tenailles.

Le terrier qu'elle se creuse est un simple tube vertical de 5 centimètres de profondeur environ ; il se termine par un renflement en forme de cellule, où seront déposés côte à côte l'œuf et la proie engourdie destinée à l'alimentation de la larve.

Le gibier de prédilection de la femelle d'ammophile, à l'époque de la ponte, consiste en ces grosses chenilles grises et glabres qui s'attaquent au collet des plantes, comme le ver gris de la betterave et des choux, ou la chenille de la noctuelle des moissons. Elle s'attaque donc de préférence aux lépidoptères les plus redoutables pour la grande culture. On a retiré des mandibules de l'ammophile des sables des chenilles de ce genre pesant jusqu'à quinze fois le poids de l'insecte ravisseur. Aucun autre représentant de l'ordre des hyménoptères ne déploie une force musculaire aussi considérable (1).

L'ammophile des sables ne commence à chasser que lorsque son terrier est complètement achevé. Si elle est surprise par la nuit au milieu de son travail, elle ne passe pas la soirée dans son gîte, mais elle en masque l'entrée avec une pierre plate qu'elle recouvre de terre comme un dolmen sous un tumulus. On peut observer aisément ce phénomène en Campine et dans les dunes de notre littoral au coucher du soleil, en automne, époque où l'ammophile travaille à assurer la conservation de son espèce. L'insecte qui a mis ainsi les scellés au logis, selon l'heureuse expression d'un naturaliste contemporain, sait parfaitement retrouver le lendemain son domicile abandonné. Il partage, du reste, avec la plupart des hyménoptères

(1) M. Félix Plateau a démontré par des expériences ingénieuses que, chez les insectes, la puissance musculaire relative est beaucoup plus considérable que chez les animaux supérieurs ; cette puissance est en raison inverse de la taille. Il a établi par exemple, en faisant traîner des poids par des hannetons, que ces insectes sont relativement vingt fois plus forts qu'un cheval, les abeilles trente fois, etc.

cette faculté merveilleuse de mesurer de ses yeux tous les angles possibles en volant. « C'est une triangulation continue qui ne s'arrête jamais (1). »

Son terrier achevé, l'ammophile se met immédiatement en chasse. Dès qu'elle a découvert une chenille à son gré, l'ammophile gratte le sol au collet de la plante, absolument comme un chien qui cherche à pénétrer dans le terrier d'un lapin. Comme le chien, l'ammophile gratte rapidement le sable avec ses pattes de devant et le projette au loin comme une averse entre ses longues pattes postérieures solidement arc-boutées sur le sol.

Enfin, elle amène au jour la proie dont son infaillible instinct lui a révélé la présence sous terre : aussitôt elle la saisit dans ses puissantes mâchoires par la peau du dos ou de la nuque.

La chenille se débat vigoureusement ; mais, sans tenir compte de ses contorsions, le bourreau s'est campé sur son dos et a recourbé son abdomen sous le ventre de la victime. C'est l'affaire de quelques secondes : bientôt la chenille déroule ses anneaux inertes et se laisse emporter sans résistance. Le poignard, empoisonné comme le kriss des Malais ou la flèche des Botocudos, a fait son œuvre. Il est allé frapper à coup sûr les ganglions nerveux qui commandent les mouvements.

L'ammophile hérissée donne, paraît-il, autant de coups d'aiguillon que le corps de la victime présente d'anneaux ou de segments, en procédant par ordre de l'avant à l'arrière.

Comme cette ammophile est moins commune que l'autre en Belgique, nous l'avons observée en captivité, sans réussir à contrôler toute la série de ces manœuvres étonnantes ; mais nous avons été plus heureux en ce qui concerne l'ammophile des sables, qui procède du reste

(1) Revue scientifique. *Les instincts des hyménoptères*, par M. Nicolas, 11 septembre 1886.

d'une façon beaucoup plus sommaire et peut-être plus savante.

La chenille est formée de 12 anneaux sans compter la tête. Les 3 premiers portent les trois paires de pattes qui correspondent aux pattes de l'insecte parfait, fixées sur les trois anneaux du corselet ou du thorax.

Les quatre derniers anneaux portent chacun une paire de fausses pattes, qui disparaîtront plus tard. Entre les vraies et les fausses pattes se trouvent donc deux anneaux dépourvus d'appendices. C'est là que l'insecte va frapper avec une précision stupéfiante. Il lui suffit d'un seul coup d'aiguillon pour introduire son poison dans le centre, d'où il étendra son action dans les deux sens, de la tête à la queue.

L'expérience du physiologiste a démontré depuis peu que ce point est précisément celui où la sensibilité de la larve est le moins développée et d'où le poison inoculé peut se répandre le plus aisément dans la chaîne ganglionnaire. Cette opération terminée, l'ammophile s'attelle à sa proie et se met en devoir de la porter à son terrier. Elle l'entraîne sous elle en chevauchant sur le sol, car le plus souvent la proie est trop lourde pour être transportée au vol.

« Arrivés au terrier, dit Taschenberg, monture et cavalier font soudain la culbute ; » mais l'ammophile seule dégringole au fond du trou. Elle reparaît bientôt, et commence à traîner sa proie à reculons, après s'être assurée que la cellule est prête à recevoir son hôte. Dès que la chenille est parvenue à destination, l'ammophile recourbe une seconde fois son abdomen sur les segments où elle a injecté le poison ; mais, cette fois, c'est pour déposer son œuf. M. Fabre a constaté que cet œuf est invariablement déposé sur l'anneau rendu insensible. C'est en ce point seul que la jeune larve pourra mordre sans provoquer des contorsions qui entraîneraient sa chute. Où la piqûre n'a rien produit, la morsure ne produira pas davantage de

mouvements compromettants. Tout est pesé, mesuré, calculé!

On le voit, l'observation patiente et scrupuleuse des mœurs de ce chétif insecte nous a ramenés en plein domaine du merveilleux.

Mais ce n'est pas tout. Voici l'œuf éclos au bout de quelques jours. Le vermisseau qui en sort trouvera, dans cette proie endormie et par conséquent restée fraîche, juste la ration nécessaire pour atteindre son entier développement et réaliser sa métamorphose. La dernière bouchée avalée, il commence immédiatement à tisser son cocon, où il dormira jusqu'à la fin du printemps. Ce cocon est également un miracle de prévoyance. Il se compose d'une triple enveloppe entourée d'une trame à claire voie, sorte de hamac où la larve s'étend pour construire son cocon proprement dit. La première et la deuxième enveloppe forment deux bourses cylindriques feutrées et emboîtées. La seconde, qui sert d'étui à la nymphe, est un feutre de soie; elle est tapissée à l'intérieur d'une couche de laque absolument imperméable à l'eau; disposition indispensable chez tous les insectes dont les galeries ne sont pas maçonnées par un ciment spécial fabriqué par la mère. Ainsi l'on voit toujours, dans la nature, l'industrie de la mère ou de la larve se suppléer mutuellement. Comment expliquer cette suppléance par l'évolution pure et simple, sans l'intervention d'une intelligence extrinsèque qui préside au progrès organique et fonctionnel, et qui maintient l'équilibre de la vie dans les transformations des milieux?

(A continuer.)

A. Proost.

HITTITES ET AMORITES

Une communication faite par M. Sayce à l'*Academy*, a donné lieu à une discussion des plus intéressantes, qui s'est déroulée dans les colonnes de ce journal (1).

M. Sayce, on le sait, s'occupe très activement du déchiffrement des inscriptions hittites ou héthéennes. Il a résumé ses recherches les plus récentes sur ce sujet dans l'ouvrage de M. W. Wright, dont le P. Van den Gheyn a donné, ici même, l'analyse (2). Depuis la publication de la seconde édition de cet ouvrage, M. Sayce croit être arrivé à des résultats nouveaux, dont voici le principal. Dans une inscription de Karkemisch (3), un roi, dont le nom n'est pas entièrement déterminé, porte le titre, exprimé *idéographiquement*, de « roi du pays de la tête de taureau ». Or, par la comparaison de passages parallèles, M. Sayce a été amené à lire *phonétiquement* le nom de ce pays. Le vrai titre du roi serait, d'après sa lecture,

(1) *Academy*, nos des 23 et 30 octobre, 6, 13, 20 novembre 1886.

(2) W. Wright, *The empire of the Hittites*, 2de édition, 1886. Cf. Revue des quest. scient., juillet 1886, pp. 220 sq.

(3) C'est l'inscription connue sous le nom de Jerabis II. Voyez Wright, Pl. IX, l. 2.

« roi du pays d'*E-me-er* »; les caractères phonétiques qui composent ce nom sont connus par la bulle de Jovanoff. Ici viennent se grouper des rapprochements très curieux. Les documents assyriens nous font connaître un district, situé vers le nord de Damas et appelé *Gar-Emeris* (orthographe de M. Sayce), auquel on a comparé les formations analogues *Gar-Gamis* et *Gar-Gis*. Il faut donc peut-être expliquer *Gar-Emeris* par l'étymologie « le *Gar* (pays) des Amorites » et identifier ce pays avec le pays d'*E-me-er*, dont le roi figure sur l'inscription que nous avons citée. Les sources égyptiennes confirment l'existence d'un pays des Amorites au sud de Karkemisch. Les listes et documents géographiques (1), le traité d'alliance du temps de Ramsès II, nous signalent la ville de *Maur-mar* (ou *Maur-mir)* et le roi *Maur-sar*, dont les noms contiennent peut-être une abbréviation d'*A-maur*. M. Sayce cite encore les villes de *Beth-ammaris* et d'*Ap-ammaris*, que les documents assyriens placent sur l'Euphrate et les noms des rois *Saru (s)-Emeru (s)*, et *E-me-er*, qu'il croit avoir déchiffrés (2). Le plus curieux, c'est que cette association persistante des Hittites et des Amorites au nord de la Palestine, semble, au témoignage de la Bible, avoir existé au sud du même pays. Hébron est une ville à la fois hittite et amorite (3); de même, Jérusalem (4); de même peut-être, Sichem (5). Ajoutons à cela le passage si connu du livre des *Nombres* (6) : « car Hébron fut fondée sept ans avant Tanis, ville d'Égypte », la tradition, rapportée par Manéthon, de

(1) Voyez la 3e liste géographique de Toutmès III, au n° 272. Peut-être faut-il comparer aussi le n° 349 : *Maur-ika*. Voy. Brugsch, *Geschichte Aegyptens*, 1re édition, 1877, pp. 454, 455. Le traité d'alliance est traduit, *ibidem* p. 519, où le nom du roi est écrit *Maro-sir*. Cf. p. 450.

(2) Je ne sais où se trouve la justification du déchiffrement de *Saru(s)-Emeru(s)*. Les sceaux de Schlumberger nos 12 et 5 me semblent contenir la mention *E-me-er*. Cf. Wright, p. 192 et pl. XVI.

(3) *Gen.*, XIV, 13, 24; et XXXIII, pass.

(4) *Ézéchiel*, XVI, 45.

(5) *Gen.*, XXIV, 2 et XLVIII, 22.

(6) *Num.*, XIII, 23.

la fuite des Hyksos à Jérusalem après leur expulsion d'Égypte, enfin la théorie de Mariette et d'autres sur la part considérable prise par les Hittites à l'invasion des Hyksos, et nous en arriverons à nous convaincre que l'alliance du nord subsistait au sud, conformément au récit biblique.

Telles sont les conclusions de M. Sayce. M. Cheyne y fait les objections suivantes :

Le pays d'*Amar* ou *Amur* (on écrit encore *Amaur* ou *Amaour* ou *Amôr)* est mentionné dans une inscription bien connue de Séti Ier, et dans une autre de Ramsès III. S'il est possible, probable même malgré des divergences d'opinions, que la ville de Qadesch « dans le pays d'Amar » mentionnée par la première inscription soit bien Qadesch sur l'Oronte, la ville hittite, cette probabilité ne subsiste pas pour la ville de Qadesch « dans le pays d'Amar » que mentionne l'inscription de Ramsès III. En effet, le pays d'Amar semble dans cette dernière être clairement distingué du pays des Khétas. M. Ed. Meyer remarque d'ailleurs que, du temps de Séti Ier, les expressions géographiques relatives à la Syrie étaient employées avec assez peu de précision. L'association que M. Sayce trouve entre Hittites et Amorites du Nord dépend donc de la question de savoir si le vrai sens de la phrase « pays d'Amar » doit être cherché dans l'inscription de Séti Ier ou dans celle de Ramsès III. Pour les Hittites du Sud, les mots Hittites, Amorites ont, dans le Pentateuque, un sens, tantôt plus, tantôt moins étendu. Le sens large du mot « Hittites » semble être caractéristique du document connu sous le nom de *Grundschrift* par la critique rationaliste allemande. Il faudrait donc une étude plus approfondie pour permettre une conclusion sûre en s'appuyant sur le texte biblique. Quant à Ézéchiel, les deux termes désignent chez lui, comme chez plusieurs autres écrivains, les habitants pré-israélites de la Palestine.

C'est sur la question ainsi posée que la discussion s'est engagée. A M. Sayce sont venus se joindre MM. Neubauer et H.-G. Tomkins. Nous allons examiner avec eux les points en litige.

Ne considérons d'abord que les Hittites et les Amorites du Nord.

Les mots « pays d'Amar » se trouvent dans les inscriptions de Toutmès III, de Séti Ier, de Ramsès II, de Ramsès III, et dans le poème de Pentaour.

Dans l'inscription de Ramsès III dont il est question, rien n'indique que le pays d'Amar doive être distingué des environs de Qadesch sur l'Oronte. La confédération de peuples septentrionaux qui y est décrite écrase sur son passage les Khétas et les gens des pays de Qadi, de Karkemisch, d'Arattou et de Qadesch (1). Elle détruit ces villes et s'arrête dans le pays d'Amar. Certes, dans ce récit, rien n'exclut formellement la distinction du pays d'Amar et du pays des Khétas; mais, tout aussi certainement, rien ne prouve qu'il faille la faire. La confédération peut très bien s'être arrêtée dans le pays d'Amar aux environs de Qadesch (sur l'Oronte). Les noms d'Arattou et de Qadi, que suit immédiatement celui de Qadesch, semblent l'indiquer assez clairement. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que le pays d'Amar n'était qu'un district du pays des Khétas. Rien de plus conforme à ce que nous savons de la manière dont se faisait la guerre en Syrie à cette époque, que cette défaite du peuple des Khétas confédéré, suivie du siège et de la reddition successive des différentes villes de la confédération. Dans une autre inscription, qui accompagne la représentation des rois et princes vaincus par Ramsès III (Medinet Abou), nous

(1) Voy. Maspero, *Histoire de l'Orient*, 4e édit., p. 237. Fr. Lenormant, *Histoire ancienne de l'Orient*, 9e édit., t. II, p. 309. Brugsch, dans son histoire p. 598, ne parle pas de Qadesch, mais d'Alus (?). Il assimile Qadi à la Galilée. On l'assimile assez généralement au pays de Qwê (Coa) d'où Salomon tirait ses chevaux. (I (III) Reg. x, 28; II Par., i, 16).

voyons figurer « le misérable roi des Khétas » et, immédiatement après, « le misérable roi des Amorites » (1).

Les inscriptions de Ramsès II déterminent avec certitude la position de la ville de Qadesch, autour de laquelle se livra une des plus grandes batailles de l'histoire égyptienne. C'est bien de Qadesch sur l'Oronte qu'il s'agit ici. Et le poète Pentaour nous apprend que Qadesch était située dans le pays des Amorites (2). Nous trouvons aussi mentionnée et représentée dans une inscription du même prince la forteresse de Dapur (Thabor) « dans le pays des Amorites » (3).

L'inscription de Séti Ier, dont nous avons parlé plus haut, nous montre ce roi prêt à conquérir « Qadesch dans le pays des Amorites » (4). Enfin Toutmès III, dans ses nombreuses expéditions en Syrie, prit et reprit plusieurs fois la ville de Qadesch « dans le pays des Amorites » (5).

Toutes ces villes de Qadesch et tous ces pays d'Amar sont-ils différents? C'est ce qu'il me paraît presque impossible d'admettre. A peu près tous les égyptologues reconnaissent que Qadesch du temps de Toutmès III est bien Qadesch sur l'Oronte. Tel est l'avis de Rougé (6), d'Ebers (7), de Brugsch (8), de Maspero (9); Wiedemann (10) laisse la question indécise; un assyriologue, Fr. Hommel (11), se prononce pour Qadesch sur l'Oronte.

(1) Brugsch, *Ges. Aeg.*, p. 602.
(2) *Ibid.*, p. 503.
(3) *Ibid.*, p. 515. Cf. Lenormant, *op. cit.* II, p. 262.
(4) Brugsch, p. 462.
(5) *Ibid.*, p. 334. Cf. *Academy*, 6 nov. 1886, p. 313.
(6) *Étude sur quelques monuments du règne de Toutmès III.* Revue archéol., N. S., IV, p. 355. Cf. *Revue arch.*, N. S., II, p. 308.
(7) *Das Grab und die Biographie des Feldhauptmanns Amén-em-héb.* zdmg. vol. XXXI, p. 465.
(8) *Geographische Inschriften*, II, p. 21. Cf. p. 48.
(9) *Notes sur quelques points de grammaire et d'histoire.* Zeitsch. für aeg. Sprache, etc., 1881, p. 116.
(10) *Geschichte des* xviii. *Dyn.* zdmg., XXXII, p. 124. Mariette n'est pas de l'avis des égyptologues cités. V. son ouvrage : *Les Pylônes de Karnak.*
(11) *Die vorsemitischen Kulturen*, p. 180.

Il nous semble difficile de croire que la ville de Qadesch de Séti Ier ne soit pas la Qadesch de Toutmès III. En effet, Qadesch apparaît dans les annales des rois égyptiens comme un des boulevards principaux de leurs ennemis héréditaires, les Khétas. Toute guerre contre ceux-ci comprend toujours la prise de Qadesch. Est-il probable que ce centre hittite ait varié de place dans le courant des siècles que remplit l'histoire des XVIIIe, XIXe et XXe dynasties, sans qu'une trace quelconque s'en retrouve dans les nombreuses mentions qu'en font les inscriptions ? Sans doute Ed. Meyer remarque que les inscriptions de Séti Ier concernant la Syrie manquent de précision. Mais il est difficile d'en trouver une preuve dans son livre, le seul, à ma connaissance, qui relève pareil fait, si ce n'est cette idée, peut-être préconçue, que pour les Égyptiens le pays d'Amar ne désignait proprement que la Palestine (de même que le Routen supérieur), ainsi que pour l'écrivain élohiste de la Bible et le prophète Amos (1).

Ce qui contribue à rendre probable l'association entre Hittites et Amorites constatée par M. Sayce, c'est un bas-relief du Ramesséum, qui représente la prise de la forteresse de Dapur (Thabor) dans le pays des Amorites par Ramsès II. A droite se dresse un fort que domine une tour centrale où se trouve placé une sorte d'étendard. Le fort et la plaine sont remplis de guerriers hittites, très reconnaissables à leur menton rasé et à ce singulier appendice en forme de queue de porc que plusieurs d'entre eux, les chefs probablement (2), portent suspendu derrière la tête. A l'avant-plan de droite les fils de Ramsès, à celui de gauche ce prince lui-même, debout sur son char de guerre lancé au galop. Voilà donc une forteresse du pays des Amorites défendue par des Hittites.

Je ne veux pas laisser passer cette occasion sans

(1) Ed. Meyer. *Geschichte des Alterthums*, 1 Band, 1884. § 179, p. 216 et § 180, p. 218.

(2) Cf. *Academy*, 1885, n° du 4 avril, p. 246. — Cf. *Jer.* III et *Jer.* II passim. Cf. aussi les sculptures de Boghaz-Keni—Wright, pl. XXIV, nos 4 et 6.

signaler dans la même composition deux personnages, à coup sûr extraordinaires, qui s'y trouvent représentés. L'un d'eux, mort peut-être, est étendu sur les créneaux de la tour centrale ; l'autre tombe du haut de cette tour sur les murs situés plus bas. Ils portent chacun deux cornes fixées au sommet de la tête. Tout près d'eux, un personnage à queue tient en main une sorte de fourche à manche court, munie de quatre dents. Faut-il voir dans ce dernier instrument un symbole analogue à celui que porte, dans certaines représentations, le dieu assyrien de l'orage, Raman (1) ? Faut-il considérer ces deux hommes armés de cornes comme des prêtres de la déesse honorée à Aschtarôth-Qarnaïm, peut-être du dieu Sandon (2) ? Faut-il penser que ce sont des représentants de cette population des Qarnaïm, qui existait en Palestine du temps d'Abraham, qui fut battue par le Chodorlahomor de la Vulgate, et qui paraît alliée aux Amorites de cette époque (3) ? Je n'oserais trancher la question. Je crois toutefois que la présence de ces personnages au sommet de la tour et leur absence complète sur le champ de bataille doivent faire écarter la dernière hypothèse.

Un texte biblique, rapporté par M. H. G. Tomkins fait aussi allusion, semble-t-il, aux Amorites du nord de la Palestine. C'est un texte de Josué, XIII, 4, qui contient ce qui suit : « Et en partant du midi, tout le pays de Chanaan et Mearah, qui appartient aux Sidoniens, jusqu'à Apheq, frontière des Amorites. » Il faut en conclure que, dans la direction donnée, c'est-à-dire du midi au nord, le pays des Amorites commençait à Apheq.

En résumé donc, et pour ce qui concerne les Hittites du Nord, la conjecture de M. Sayce me paraît présenter une grande probabilité.

(1) Cf. son image reproduite d'après un cylindre assyrien dans Lenormant, *Hist. anc.*, t. I, p. 62.

(2) Le dieu Sandon porte plusieurs cornes sur le bas-relief d'Ibriz. — Wright, pl. XIV.

(3) *Gen.*, XIV, 5, 7.

Il faudrait cependant se garder de souscrire, sans examen ultérieur, à la comparaison qu'il établit entre *Gar-Emeris*, *E-me-er*, et *Gar-Gamis*. En effet, d'abord, des assyriologues du plus haut mérite, comme M. Fried. Delitzsch (1) et le P. Delattre (2), sans méconnaître la possibilité de la lecture de M. Sayce, préfèrent lire : *mat sa Imiri-su*. Ensuite l'explication que donne le P. Delattre des mots : *mat sa Imiri-su*, *le pays de son âne*, est confirmée d'une manière si frappante par les monuments égyptiens, qu'il est difficile de ne pas s'y arrêter. Nous voyons dans la liste des tributs du pays de Zahi, pour l'an 34 du règne de Toutmès III, 70 ânes. Ceci est encore assez peu convaincant, car on identifie ordinairement le pays de Zahi avec les environs d'Arattou (Aradus). Ce qui l'est plus, ce sont les 84 ânes compris dans le tribut du *Routen* de la même année, ce sont les 46 ânes compris dans le tribut de la ville d'Anaugas, pour l'an 38 (3). Le Routen, d'une manière générale, peut parfaitement comprendre le nord de Damas ; Anaugas se place un peu au sud d'Alep. Or, qu'on le remarque bien, les ânes n'apparaissent dans aucun autre texte ; ce sont les produits spéciaux de la Syrie. Amenemheb nous raconte, dans sa biographie, qu'il a pris aux habitants du plateau de Uan, à l'ouest de Chalibu (Alep), 70 ânes (4). Wiedemann (5), qui signale ce dernier fait, rapproche aussi de l'expression assyrienne citée, la mention que fait un fragment de papyrus du temps de Toutmès III, conservé à Turin, des ânes du prince du pays de Chal (Syrie). Peut-être y aurait-il moyen de voir, dans la tête de taureau dont parle M. Sayce, une tête d'âne : dès lors, tout serait concilié. Cette même tête d'âne me paraît clairement

(1) *Wo lag das Paradies*, p. 268.

(2) *L'Asie occidentale dans les inscriptions assyriennes*. REVUE DES QUEST SCIENT., oct. 1884, p. 544.

(3) Brugsch, *Ges. Aeg.*, pp. 315, 316, 320.

(4) Ebers, *op. cit.*, ZDMG, XXXI, p. 435.

(5) Wiedemann, *op. cit.*, ZDMG, XXXII, p. 126, note 4.

représentée à la ligne 5 de l'inscription n° 2 de Jerabis (1).

Reste à parler de l'association entre Hittites et Amorites au sud de la Palestine. Ici les seuls renseignements que nous possédions nous sont fournis par la Bible. M. Wright (2), il est vrai, parle à trois reprises différentes d'une inscription récemment déposée au Louvre et qui relaterait la destruction de villes et de palais hittites sur les frontières d'Égypte. Cette inscription remonterait à Amenemhat II (XIIe dynastie). M. Wright cite en note la traduction anglaise de l'histoire de Brugsch. Je n'ai pu vérifier son affirmation. Il est inutile d'insister sur son importance.

Du temps d'Abraham déjà Hébron est une ville, tantôt commandée par un chef amorite, tantôt par un chef hittite. Mambré est un Amorite; il est frère ou plutôt allié (l'hébreu *ahi* a les deux significations) de Aner et d'Eschol (3). Au contraire, un peu plus tard, Ephron, fils de Zohar, semble être le chef, et est appelé Hittite (4). M. Neubauer compare le pays de Moriah (5) et le mont Moriah. C'est une conjecture dont il est difficile d'apprécier la valeur. Il est impossible d'analyser ici tous les textes concernant les Hittites et les Amorites, qui sont épars dans la Bible. Contentons-nous des principaux. A partir de la promesse faite à Abraham (6), nous voyons toujours la terre de Chanaan caractérisée par un ensemble de peuples qui forment, dans l'Exode, le livre des Nombres, le Deutéronome et le livre de Josué, une sorte de formule consacrée, dans laquelle quelques noms secondaires apparaissent de temps en temps, mais dont le noyau perpétuel est composé des peuples suivants : les Hittites, les Amorites, les Chananéens, les Hivvites (ou Hévéens) et Jébusites. Les Hittites ont laissé en Palestine des traces

(1) Jer. II, l. 5, dans Wright, pl. IX.
(2) *The empire of the Hittites*, pp. 14, 47, 99.
(3) *Gen.*, XIV, 13, 24.
(4) *Gen.*, XXIII, passim. Cf. XXV, 9.
(5) *Gen.*, XXII, 2 et II Par. III, 1.
(6) *Gen.*, XV, 19-21.

de leur nom qui subsistent encore (1). L'écrivain sacré distingue parfaitement le pays des Hittites, le siège de leur nationalité situé au nord de la Palestine, et les Hittites qui habitent cette dernière. Par exemple : « Depuis le désert et le Liban jusqu'au grand fleuve, l'Euphrate, toute la terre des Hittites, jusqu'à la grande mer à l'occident... (2). » De même, l'habitant de Luz qui trahit ses concitoyens va fonder une nouvelle ville « dans le pays des Hittites » (3). Il l'appelle Luz, et l'on croit l'avoir retrouvée dans les ruines de Lûeizeh, non loin du lac Mérom. Pour ce qui regarde les Hittites palestiniens, je crois que leur situation générale est indiquée dans le texte suivant : « Les Amalécites habitaient au midi, les Hittites, Jébusites et Amorites dans les montagnes, les Chananéens près de la mer et sur les rives du Jourdain (4). » La conquête du pays de Basan et des possessions des fils de Moab par Og et Sehon était récente (5). Les Hittites dominaient sans doute la contrée, du moins la partie montagneuse, de la même façon que les rois d'Égypte, se bornant à prélever des tributs, quittes à laisser pour le reste pleine liberté aux roitelets qui les payaient.

De tout ceci résulte pour moi la conviction qu'il ne faut pas faire deux races distinctes des Hittites du Nord et des Hittites du Sud. Cette distinction m'a toujours paru peu naturelle, et me semble avoir été inventée pour concilier le texte biblique qui fait de Heth le fils de Chanaan d'une part, avec les données ethnographiques fournies par les monuments égyptiens et hittites d'autre part. Ne pourrait-on pas admettre ici une explication analogue à celle que l'on donne de l'inscription d'Élam dans la nomenclature des fils de Sem. Élam est certainement fils de Sem. Mais les Élamites, du moins le premier fond de la population,

(1) Conder, *Heth and Moab*, p. 53.
(2) *Jos.*, I, 4.
(3) *Jud.*, I, 26, 27.
(4) *Num.* XIII, 30. Cf. *Deut.* I, 7, 20, 44, *Josué*, IX, 1, 2 ; XI, 1-5 etc.
(5) *Num.* XXI, 21 ad fin.

sont très probablement non sémitiques. Retournons l'explication : Heth est certainement fils de Chanaan ; les peuples descendus de l'Amanus qui occupèrent son pays et portèrent dans la suite son nom ne sont très probablement pas chananéens, ni sémites. Où y a-t-il une contradiction? Le nom de Hittites a été appliqué à la seconde couche de populations comme à la première, de même qu'on a appelé les Germains , Allemands , les Italiens, Italiens, en étendant à tout un pays le nom du premier peuple qu'on y a connu. Dans cette hypothèse, l'invasion des peuplades alarodiennes, si on veut les appeler ainsi, qui se fusionnèrent avec les Hittites chananéens, serait relativement assez récente. Les Assyriens et les Égyptiens auront étendu aux premières le nom des seconds, seule chose qui ait survécu à leur disparition. Les Amorites, au contraire, auront conservé avec leur nom une certaine existence propre : mêlés aux Hittito-Alarodiens dans le pays d'Amar aux environs de Qadesch, ils seront descendus avec eux en Palestine. De là l'association constatée. Ceci explique aussi les noms sémitico-chananéens de Qadesch, Hamath, etc. Si l'on veut avoir une représentation figurée de cette intime alliance, qu'on examine le bas-relief de Karnak, représentant la prise de Qadesch « dans le pays d'Amar » par Séti Ier (1). On y voit de purs Chananéens, mêlés à des guerriers qui portent comme eux la barbe, mais qui conservent la mode nationale hittite, la tête rasée avec la mèche en forme de queue au sommet. La découverte du nom propre que les Hittito-Alarodiens se donnaient fournirait à cette hypothèse un argument fort solide. Quant à moi, je ne la propose qu'avec la circonspection nécessaire en cette matière plus que partout ailleurs (2).

L. De Lantsheere.

(1) Voir ce bas-relief dans Lenormant, *Hist. anc.*, t. II, p. 232. Ce bas-relief confirme ce que nous disions plus haut à propos du sens du pays d'Amar du temps de Séti Ier.

(2) Fr. Hommel insinue une hypothèse analogue. *Die vorsemitischen Kulturen*, p. 101.

BIBLIOGRAPHIE

L'AGE ET L'HOMME PRÉHISTORIQUES ET SES USTENSILES DE LA STATION LACUSTRE PRÈS DE MAESTRICHT, par CASIMIR UBAGHS. — 2de édition. Liège, H. Vaillant-Carmanne; in-8°, pp. 90 avec quatre planches.

Nous sommes en retard pour présenter aux lecteurs de la *Revue* cette brochure où M. Ubaghs communique les résultats d'une découverte importante pour le préhistorique de nos contrées, à savoir l'existence d'une station lacustre près de Maestricht. Toutefois, comme jusqu'à présent cette trouvaille semble avoir attiré trop peu l'attention des savants belges, tandis que, dès la première annonce, M. Kerkhoffs en saisissait la Société d'anthropologie de Paris, nous pensons qu'il est encore de mise d'en parler ici.

M. Ubaghs, qui explore depuis longtemps avec ardeur et succès le Limbourg hollandais (1), avait été frappé de cette particularité que, près de Smeermaas, dans la prolongation du plateau de Caberg (2), le loess de l'ancien diluvium est séparé du gravier par des couches argilo-sablonneuses, par du tuffeau d'origine

(1) Voir son ouvrage, *Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg*. Ruremonde, 1879.

(2) Voici l'orientation exacte de ce gisement. Quand on quitte Maestricht par la porte de Bois-le-Duc, la plaine s'étend dans la direction du nord vers Smeermaas et Hocht, à deux kilomètres de la ville. Depuis la pente du Caberg jusqu'à la Meuse, elle mesure de l'ouest à l'est quinze cents mètres de largeur. A peu près au milieu, elle est traversée par le canal et en partie par le chemin de fer de Maestricht à Hasselt.

terrestre avec coquilles fluviatiles, enfin par des alluvions de vallées. Il y a plus : le tuffeau renferme une quantité considérable de débris végétaux, des arbres de deux et de trois mètres de longueur, transformés en lignite. La largeur de cet entassement de bois atteignait vingt-cinq mètres. Au-dessus de ces troncs s'étalait une espèce de litière formée par des broussailles de noisetiers et de chênes. Les noisettes et les glands recueillis en grande quantité étaient tellement ramollis qu'on pouvait les pétrir ; l'intérieur était rempli du sable de la couche. Enfin, ce même gisement a fourni un contingent considérable d'ossements d'animaux, de restes humains et d'ustensiles travaillés en bois de cerf.

Voici comment M. Ubaghs interprète la formation de cette couche géologique et la nature des divers éléments qui la composent. Nous sommes en présence d'une station lacustre établie dans les eaux stagnantes de la plaine, sur la couche de gravier. Elle formait un petit îlot élevé, au moins en partie, par l'homme ; plus tard, les eaux en l'envahissant ont formé par-dessus le dépôt tufacé terrestre dont nous avons parlé. Cette espèce de refuge offre un rapport frappant d'identité avec les *Crannoges* d'Irlande, les *Terramares* d'Italie et les *Knüppelbau* de Schüssenried en Bavière.

Les ossements d'animaux trouvés par M. Ubaghs à Smeermaas atteignent le chiffre énorme d'un millier d'échantillons. Ce sont des restes de *Cervus elaphus*, de *Cervus capreolus*, de *Capra*, de *Sus scrofa* (les défenses atteignent jusqu'à 0^m 20), de *Bos primigenius*, de *Bos taurus*, d'*Equus caballus*, etc. La plupart des os sont des os longs, des os à moelle : presque tous du reste sont fendus longitudinalement et transversalement à l'effet d'extraire la moelle.

Mais ce qui donne à la découverte de M. Ubaghs toute sa valeur, c'est la présence d'ossements humains dans le gisement de Smeermaas. Les principales pièces sont un crâne d'homme en parfait état de conservation, un os pariétal d'un autre crâne, l'occiput d'un adolescent et enfin un fragment d'un quatrième crâne. C'est à ces mêmes couches qu'il faut rapporter le maxillaire inférieur connu en anthropologie sous le nom de mâchoire de Crahay (1). Cette pièce trouvée à Smeermaas en

(1) M. Crahay était alors professeur de physique à l'Athénée de Maestricht. Il passa, quelques années plus tard, en la même qualité à l'Université de Louvain. M. Crahay a publié une notice sur les ossements fossiles trouvés par lui à Smeermaas dans le *Messager des sciences et des arts*, Gand, 1823.

1823 et déposée d'abord à l'Athénée de Maestricht, fut étudiée par MM. Lyell, de Quatrefages, Lagneau et d'autres. Pendant plusieurs années elle a été égarée et, en 1883, M. le professeur Martin, directeur du Musée d'histoire naturelle de l'État à Leyde, où on la croyait déposée, ignorait complètement son existence. M. Ubaghs ayant de nouveau attiré l'attention sur le maxillaire de Crahay, M. le Dr Leemans de Leyde fut assez heureux pour le retrouver au Musée d'anatomie de l'Université de cette ville.

La population lacustre de Smeermaas-lez-Maestricht est donc représentée par les restes de cinq individus. Il faut ajouter aux fragments des crânes dont nous venons de parler un certain nombre d'humérus, de radius, de fémurs, de tibias, de côtes et de phalanges.

M. Ubaghs a mesuré le premier des crânes que nous avons mentionnés. La dolichocéphalie est très prononcée (indice 72,9): l'auteur en conclut que nous sommes en présence du type aryen ou asiatique; assertion qui appelle bien des réserves. D'abord cette synonymie d'aryen ou asiatique est étrange et étonnera tous les ethnographes. Quant à l'hypothèse d'après laquelle dolichocéphale et aryen c'est tout un, elle pourra sourire à un certain groupe de savants allemands, à l'école de M. Penka par exemple, mais d'autres en plus grand nombre protesteront assurément contre l'idée qui tend à faire de la dolichocéphalie un caractère distinctif de l'Arya. Il faut encore ajouter que l'industrie de la station lacustre de Maestricht, dont nous allons parler à l'instant, cadre peu avec l'opinion qui placerait l'homme préhistorique du Limbourg dans la race aryenne. Sans doute, nous sommes très heureux de voir M. Ubaghs rejeter les chronologies fabuleuses de la préhistoire, telles que les fabrique par exemple l'école de M. de Mortillet; mais, d'autre part, la civilisation de la cité lacustre de Maestricht accuse évidemment un caractère plus primitif que celle de nos premières populations aryennes.

Tous les ustensiles recueillis à Smeermaas sont en os de cervidés; il n'y a aucun instrument en métal, aucune hache en silex. On a aussi trouvé quelques poteries. Les outils en os taillés sont des haches-marteaux, aiguisées d'un côté depuis le milieu de l'os et percées d'un grand trou près de la couronne. Citons encore des harpons barbelés, des poinçons, des polissoirs. M. Ubaghs constate que l'usage des instruments en os de cerf était rare. Il semble toutefois avoir été assez universel parmi les anciennes tribus qui ont occupé nos régions. M. Dupont a retrouvé des outils en bois de cerf dans les vallées de la Meuse;

le quaternaire d'Anvers a fourni également plusieurs poinçons et aiguilles (1).

Enfin, M. Ubaghs a retiré de la station lacustre de Maestricht des fragments d'une poterie très primitive. La pâte est prise dans l'argile bleue du dépôt tufacé terrestre de la couche. Très grossière, la fabrication accuse le simple façonnement à la main.

Si maintenant nous cherchons à assigner au gisement de Smeermaas sa date précise dans la chronologie préhistorique, nous pouvons, avec M. Ubaghs, placer les indigènes de Maestricht à l'époque de la Madeleine, représentée en Belgique par la station de Furfooz. Il est vrai que M. Kerkhoffs a fait prévaloir à la Société d'anthropologie de Paris l'opinion que le site paludéen découvert par M. Ubaghs remonterait à l'époque robenhausienne. Nous n'entrerons pas plus avant dans cette discussion : il suffit de l'avoir signalée aux lecteurs qui voudraient l'approfondir davantage.

Nous n'ajouterons plus qu'un mot à ce compte rendu du travail de M. Ubaghs, et ce sera pour dire que sa monographie constitue une intéressante contribution à l'ethnographie préhistorique de nos contrées.

J. G.

II.

Die Herkunft der Arier. Neue Beiträge zur historischen Anthropologie der europäischen Volker, von Karl Penka. — Wien und Teschen, Karl Prochaska, 1886. In-8°, pp. XII-182.

En 1883, M. Karl Penka, professeur au gymnase impérial de Vienne, publiait un ouvrage intitulé *Origines Ariacæ*, dans lequel il s'efforçait de démontrer l'origine scandinave des Aryas et revendiquait pour l'Europe boréale le privilège d'avoir été le point de départ de la civilisation attribuée jusqu'ici à l'Orient.

Nous avons peu après exposé les arguments de cette singulière théorie, fait ressortir leur peu de valeur et opposé les

(1) Dans notre travail sur l'*Homme préhistorique d'Anvers*, publié par M. Génard dans son monumental ouvrage, *Anvers à travers les âges*, nous avons pu, grâce à l'obligeance de MM. François et Vincent Claes, faire connaître un certain nombre de ces pièces, inédites jusqu'ici.

objections très sérieuses qui vont à l'encontre du système ethnographique de M. Penka (1). Après nous, la plupart des savants ont protesté : citons seulement M. Justi, l'illustre éraniste de Marbourg, M. Frédéric Müller, professeur à l'université de Vienne, M. Kirchhoff, M. Mantegazza, M. de Ujfalvy, le célèbre voyageur en Asie centrale et l'éminent assyriologue, M. Fritz Hommel. Tout au plus, la thèse de M. Penka peut-elle se prévaloir d'une demi approbation de MM. Sayce et Tomaschek qui, pour adhérer à la provenance européenne des Aryas, ont émis cependant des réserves fondamentales sur leur origine scandinave.

Malgré l'accueil peu favorable fait à son ouvrage, malgré l'opposition nette et formelle du monde savant, M. Penka n'a pas perdu courage et, après trois ans, il reprend sa thèse de prédilection, étayée cette fois, du moins il le pense, d'arguments nouveaux et péremptoires, empruntés surtout aux récentes données de la préhistoire, de l'archéologie et de l'anthropologie.

Voici comment se présente, dans ses traits généraux, la nouvelle argumentation de M. Penka : Le type physique des habitants préhistoriques de la Scandinavie, la faune et la flore primitive de ce pays, la civilisation de ces régions à l'époque de la pierre concordent avec ce que nous savons des caractères anthropologiques des anciens Aryas purs, et aussi avec ce que la paléontologie linguistique nous apprend de la flore, de la faune et de l'état social de nos premiers ancêtres.

Mais suivons le développement de ces preuves. D'après M. von Düben, les Suédois actuels appartiennent incontestablement à la même race que les occupants de la Scandinavie pendant l'âge de la pierre. Et la raison, c'est que l'examen des cinquante crânes trouvés jusqu'ici dans les sépultures accuse une dolichocéphalie plus nette encore et plus prononcée que celle des Suédois contemporains. “ On reconnaît, dit M. von Düben, trait par trait, détail par détail, les crânes de la population d'aujourd'hui. „

M. Penka croit avoir le droit de conclure immédiatement que les habitants préhistoriques de la Suède étaient des Aryas, non seulement au sens ethnique, mais au sens de l'anthropologie la plus stricte. Sur quoi se base cette conclusion? Toujours sur la fausse supposition que les vrais et purs Aryas étaient dolichocéphales et appartenaient tous au type blond. Et cependant faut-il redire encore que partout l'anthropologie aryenne signale la dua-

(1) *Revue des questions scientifiques*, avril 1884.

lité des deux types, brachycéphale et dolichocéphale, des deux variétés, brune et blonde, dans cette race, une au point de vue linguistique. Ainsi, pour ne parler que de l'Angleterre, un anthropologiste anglais, M. Thurnam, a exhumé des sépultures une double série de crânes, l'une de brachycéphales et de sous-brachycéphales, l'autre de dolichocéphales. En France et ailleurs, on a fait des constatations analogues.

Cette fois, M. Penka essaie de répondre à l'objection de la dualité des types. Il ne parvient pas à comprendre comment se serait établi le mélange de deux types anthropologiques au sein d'une même race. En effet, ou bien le peuple aryaque primitif possédait déjà ces deux types différents, ou bien l'un des deux types est dérivé de l'autre, soit par l'influence du climat, de la manière de vivre ou d'autres causes inconnues. Or, pour M. Penka, les deux hypothèses sont également inadmissibles ; la première lui semble consacrer le principe d'une union contre nature, la seconde est contredite formellement par la fixité des types affirmée par l'histoire. En outre, M. Penka admet comme irréfragablement démontré que les races dolichocéphales blondes se sont formées en Europe, tandis que les brachycéphales bruns sont originaires de l'Asie. Pour lui, tous les blonds qu'on rencontre en Asie y sont venus d'Europe et tous les brachycéphales bruns d'Europe ont émigré d'Asie.

Cette dernière considération ne saurait servir d'argument ; elle constitue précisément le point en litige. Nous pouvons donc nous contenter de répondre à ce qu'affirme M. Penka relativement à l'impossibilité d'une race composée de types anthropologiquement divers et relativement à l'impossibilité de la dérivation de ces types. En ce qui concerne le premier point, comment croire avec M. Penka que deux types différents ne pourraient s'unir en un corps de nation ayant l'unité de langue et de mœurs, surtout comment adhérer à ce principe que pareille union serait contre nature? La seconde assertion de M. Penka a une terrible odeur de polygénisme. Si jamais un type anthropologique n'a pu dériver d'un autre, il faut bien en venir à des créations diverses de chacun des deux grands types, le type brachycéphale et le type dolichocéphale. Cette conséquence n'est pas de nature à donner grand poids au raisonnement de M. Penka, et à nos yeux elle suffit pour condamner des principes qui conduisent à pareille conclusion.

On le voit, les objections présentées par M. Penka contre la dualité très probable, dès l'origine, dans la race aryenne ont peu

d'importance. Au cours de sa démonstration, M. Penka invoque l'argument philologique suivant : c'est dans les contrées européennes que se rencontrent les traces les plus nombreuses et les plus manifestes du nom primitif des Aryas. Ces vestiges si évidents seraient les dénominations éthniques suivantes : *Chatuarii*, *Attuarii*, *Ripuarii*, *Cantuarii*, *Victuarii*, Τευτονιαρίοι, *Boioarii*, etc. Nous ne dissimulerons pas notre étonnement de voir M. Penka fonder une preuve sur de simples assonances, et nous ne comprenons pas comment il a pu retrouver les Aryas dans cette terminaison *-arii* de quelques tribus germaniques. A ce compte, tous les *lapidarii*, les *argentarii*, les *legionarii*, etc., seraient aussi des Aryas.

M. Penka insiste également beaucoup sur le fait, d'après lui constaté, que la dolichocéphalie diminue dans les régions européennes, à mesure qu'on s'avance de l'ouest à l'est. Mais faut-il en conclure, comme il le fait, que le berceau des Aryas se trouve dans l'Europe occidentale? En aucune façon : ce fait ne saurait rien prouver pour le point de départ des migrations et s'expliquerait d'une manière aussi plausible dans notre système. En effet, même en accordant pour un instant à M. Penka que les Aryas sont dolichocéphales, comme les Aryas ont, dans notre hypothèse, quitté l'Asie en masse à l'exception des Éraniens et des Hindous, n'est-il pas naturel que les dolichocéphales se trouvent en plus grand nombre dans la nouvelle patrie, où ils sont arrivés plus purs de tout mélange, et que la dolichocéphalie diminue de l'ouest à l'est? Donc, par elle-même, cette proportion ne démontre rien pour la détermination du berceau des Aryas : elle s'interprète également bien dans la double hypothèse que l'Asie ou l'Europe aurait abrité les premières familles aryennes.

Après cette démonstration anthropologique, M. Penka aborde la double preuve tirée de la paléontologie linguistique. La première porte sur l'identité parfaite de la civilisation des Suédois à l'époque de la pierre avec celle des Aryas primitifs, pour autant que les déductions de la philologie comparée nous l'ont révélée.

Ainsi, les Aryas ne connaissaient pas les métaux, il faut cependant excepter le cuivre; ils ont des demeures fixes, élèvent le bétail, s'adonnent à l'agriculture. Tel est aussi le tableau de la civilisation préhistorique de la Suède; il n'y a que la pierre pour ustensiles, les mêmes animaux sont domestiqués.

Nous ne dirons qu'un mot de cette argumentation. Les données que nous possédons sur la civilisation primordiale des

Aryas sont trop vagues pour permettre une identification avec aucun des peuples anciens. Dans les traits généraux de l'état social rudimentaire des premières races, il y a peu de traits caractéristiques qui puissent permettre une classification. Aussi a-t-on déjà, au nom de la paléontologie linguistique, identifié les Aryas avec la plupart des peuples préhistoriques de l'Europe. L'argument linguistique ne peut jamais venir que comme confirmation, comme contre-épreuve, comme criterium négatif. Vouloir en faire une preuve directe, c'est s'exposer à de singulières méprises. M. Penka l'a prouvé dans son livre.

J. G.

III

Annuaire pour l'an 1887, publié par le Bureau des longitudes. — Un vol. in-18 de 891 pp. avec figures et trois planches hors texte dont 2 en héliogravure. — Paris, Gauthier-Villars.

Nous dirons, cette année, quelques mots de la partie technique de l'*Annuaire :* nous l'avions négligée pendant deux ans. Mais d'intéressantes additions y ont été apportées depuis lors.

Il sera parlé ensuite, avec un peu plus de développements, de la très importante *Notice* qui termine le volume.

I. *Partie technique.* — Signalons d'abord l'inévitable extension du " Tableau des éléments des planètes entre Mars et Jupiter ", c'est-à-dire des planètes télescopiques. On en découvre chaque année un certain nombre, inconnues jusque-là ; il n'y a même pas de raison pour qu'on arrive jamais à la dernière : il faut donc que le tableau de leurs éléments s'accroisse, chaque année, des astéroïdes découverts dans le cours de l'année précédente. Le Tableau de l'Annuaire de 1884 en contenait 234 ; celui de 1885, 244 ; celui de 1886, 252 ; enfin le présent en contient 263. Sur ces 29 découvertes opérées en quatre ans, 18 sont dues à M. Palisa, l'infatigable astronome-adjoint de l'Observatoire impérial de Vienne. — Le Tableau des comètes apparues jusqu'à 1885 et partie de 1886 s'augmente de celles qui se rapportent aux années 1850 à 1854, lesquelles ne figuraient pas dans l'Annuaire de 1886. De ces dernières seules est fourni l'historique complet ; pour les autres, l'Annuaire de 1887 ne donne que leurs éléments, renvoyant pour le surplus aux années précédentes. —

Un curieux tableau des époques et positions en AR et D des 63 essaims d'étoiles filantes observées en 1886 précède la longue suite des tables et tableaux relatifs aux poids, mesures, monnaies, tant de France que de l'étranger, et aux comparaisons des diverses unités de ces quantités entre elles. Cette partie de l'Annuaire n'a pas subi de changement appréciable. Les " Tables d'amortissement et d'intérêt composé „ de M. Mathieu sont les mêmes que par le passé. — Dans les documents de " Géographie et Statistique „, l'Annuaire de 1886 ne portait au tableau XVII, que le " Mouvement de la population par départements en France pendant l'année 1883 „ ; l'Annuaire de 1887 contient, à la suite du même tableau XVII pour 1884, un tableau XVII*bis*, comprenant les mêmes renseignements pour 1885. On y a joint, plus loin et immédiatement avant la *Notice*, un supplément contenant le tableau des résultats provisoires du dénombrement de la population présente de fait au jour du recensement, le 30 mai 1886. Pas d'autres changements d'ailleurs.

Mais, où la partie technique a reçu une innovation des plus heureuses, c'est à l'article *magnétisme*. Au lieu d'une simple et unique carte des lignes d'égale déclinaison magnétique pour la France et les pays circonvoisins, nous avons, en 1887, deux cartes de la même région : elles ont été dressées pendant les années 1884 et 1885, par M. Th. Moureaux, météorologiste-adjoint au Bureau central météorologique, et sous la direction de M. Mascart. La première donne, pour le 1er janvier 1885, non seulement les lignes d'égale déclinaison, mais encore, en pointillé, les lignes d'égale inclinaison. Circonstance fort curieuse : à leur passage sur la Bretagne, les lignes d'égale déclinaison n'offrent plus, comme sur les autres régions, une courbe à peu près uniforme et concave vers l'ouest ; elles s'infléchissent de manière à présenter dans cette direction une certaine convexité, pour redevenir au sud sensiblement parallèles aux courbes situées plus à l'est. La seconde carte donne, en traits pleins, les méridiens magnétiques et, en pointillé, les lignes d'égale composante horizontale. Ces deux importantes cartes sont accompagnées d'une explication par M. Cornu, et de tableaux très détaillés indiquant, pour le 1er janvier 1885, les valeurs absolues des éléments magnétiques (déclinaison occidentale, inclinaison, composante horizontale, longitude, latitude) : 1° dans les chefs-lieux des départements français et dans quelques villes des pays voisins ; 2° dans les ports français ; 3° en différents ports de l'étranger,

celles-ci déterminées par M. le capitaine de frégate de Bénardières ; 4° enfin les déclinaisons et inclinaisons magnétiques observées, en 1886, en Tunisie, par MM. Hanusse ingénieur hydrographe, et de Pagnac, enseigne de vaisseau.

Rien de particulier à signaler dans le surplus de la partie technique, sensiblement conforme à ce qui lui correspond dans les annuaires précédents.

II. *Notice.* — Une seule notice a trouvé place dans l'Annuaire de 1887; mais son importance est telle que, à elle seule, elle en vaut plusieurs autres. Son titre : *La photographie astronomique à l'observatoire de Paris et la carte du ciel.* Son auteur : M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire. Dans ce remarquable mémoire on montre, on fait ressortir les progrès merveilleux dont, en un temps relativement court, la science astronomique, la science des espaces célestes, sera redevable à l'art photographique. Déjà l'extrême sensibilité que l'on est parvenu, à l'aide du gélatino-bromure, à donner à la plaque photographique, cette rétine artificielle, a permis de constater l'existence d'un grand nombre d'astres ou objets sidéraux à peine soupçonnés jusqu'alors, ou qui même ne l'étaient pas du tout.

L'idée d'appliquer la photographie à l'observation des corps célestes est née aussitôt que la découverte de Niepce et de Daguerre a été connue, c'est-à-dire en 1839. Quelques années plus tard, on parvint à obtenir de bonnes images photographiques du Soleil (MM. Fizeau et Foucault en 1845), puis de la Lune (W. C. Bond en 1849, MM. Hartnup en 1853, Phillips et Bats en 1854), des éclipses de soleil des 28 juillet 1851 (Berkowski à Kœnigsberg) et 26 mai 1854 (M. Bartlett à Westpoint), puis de quelques étoiles très brillantes comme α de la Lyre, α des Gémeaux, ζ (étoile double) de la Grande Ourse, etc., et des planètes. Mais ce n'est que depuis ces dernières années, et grâce aux admirables travaux de MM. Paul et Prosper Henry, astronomes de l'observatoire de Paris, que l'on est parvenu à ce résultat inouï et plein des plus belles promesses pour l'avenir, de fixer sur l'œil photographique, c'est-à-dire sur les clichés, des régions entières de la voûte céleste, et avec une surabondance de détails ignorés jusque là. En augmentant convenablement la durée de la pose, on obtient la représentation d'astres que l'œil humain, même avec le secours des plus forts télescopes, n'eût jamais découverts. Ailleurs la photographie révèle l'existence de

nébuleuses qu'on n'avait pas soupçonnées : telle la nébuleuse de Maïa, dans les Pléïades, " qui est venue se dessiner comme une petite queue de comète très brillante partant de l'étoile, et qui n'avait jamais été signalée. „ Grâce à ces conquêtes de l'art et de la science, il sera possible de réaliser en quelques années, par le concours d'une dizaine seulement d'observatoires convenablement répartis sur la surface du globe, une carte complète de l'espace céleste, comprenant non seulement les cinq ou six mille étoiles visibles à l'œil nu, mais des millions et des millions d'astres, visibles seulement (et même en partie invisibles) avec les instruments d'optique les plus puissants. Cette carte, à grande échelle, se composera de 1800 ou 2000 feuilles, et " léguera aux siècles futurs l'état du ciel à la fin du XIXe siècle avec une authenticité et une exactitude absolues. „ Ce sera, dans les siècles à venir, un ensemble de documents d'un prix inestimable, comme point de départ pour apprécier les changements que la brièveté de notre passage en ce monde matériel ne nous permet pas de discerner. Mais cet avantage-là, si précieux qu'il puisse être, n'intéressera guère que les arrière-neveux de nos arrière-neveux.

Il en est d'autres plus immédiats et plus directs.

La distribution des astres dans l'immensité, autrement dit la constitution de l'univers, pourra être étudiée comme jamais elle ne l'a encore été. La détermination exacte de la position des étoiles pour arriver à étudier les lois de leurs mouvements, tâche laborieuse et ingrate entre toutes, exigeant des années de calculs aussi fastidieux qu'interminables, cette détermination se fera désormais, en quelque sorte toute seule et comme instantanément, par la plaque photographique. Les catalogues d'étoiles ne serviront plus qu'à fournir l'emplacement d'un certain nombre d'astres les plus notoirement apparents et destinés à fournir des points de repère d'une précision parfaite, auxquels on rapportera toutes les étoiles de chaque feuille de la carte. Ainsi, dans les travaux géodésiques, on détermine par la triangulation la position très rigoureusement exacte d'un certain nombre de points remarquables, auxquels on rattache, par des arpentages simples, tous les détails de la configuration du sol. L'image de la voûte céleste, transportée avec ses moindres éléments dans le cabinet de travail, permettra à tout amateur de se livrer, à l'aide d'un micromètre ou d'un appareil à projection, à des recherches et à des calculs du plus puissant intérêt, lesquels n'ont été possibles jusqu'ici que dans les grands observatoires. Sans instruments

coûteux, encombrants, d'un maniement difficile, sans frais, sans fatigues comme sans nuits blanches, sans voyages d'un hémisphère à l'autre, — on pourra, à l'aide d'un modeste microscope, pénétrer plus avant dans les secrets de la voûte céleste, que n'ont pu le faire jusqu'ici la plupart des astronomes. Les étoiles doubles ou multiples, les nébuleuses, les comètes, les planètes et satellites encore inobservés ou inconnus, les spectres des différents astres, les éclipses, la nature physique des grandes planètes, tous ces objets d'un intérêt scientifique immense, fixés par la photographie à toutes les phases des phénomènes dont ils sont le siège, seront observés, étudiés, comparés avec une précision et une sûreté qu'on n'avait jamais connues. Les mouvements propres et relatifs des étoiles, la parallaxe des unes, la variabilité de grandeur d'un certain nombre d'autres, les différences de déclinaison, et jusqu'aux passages au méridien, recevront, par l'application de la photographie, un développement d'observation, de constatation ou d'étude inouï.

Pour que ces résultats inappréciables puissent se produire pleinement, il est indispensable qu'un accord intervienne entre les astronomes du monde entier, de manière à coordonner et répartir convenablement le travail, à grouper et solidariser des efforts qui, exécutés isolément et sans plan préconçu, perdraient une grande partie de leur action et de leurs effets utiles. Il y a lieu d'espérer que la conférence scientifique internationale d'avril 1887 entreprendra cette œuvre de coordination et ne faillira pas à sa tâche.

Tel est, dans ses lignes essentielles, le cadre de la très substantielle Notice de M. le contre-amiral Mouchez sur l'application de la photographie à l'étude de l'astronomie dans ses différentes branches. L'avenir dira si ces magnifiques prévisions se réaliseront toutes; ne fussent-elles que partiellement justifiées, que des progrès énormes dans la science de la voûte céleste n'auraient pas moins été accomplis.

J. D'E.

IV

Manuel du trufficulteur, exposé complet de la méthode pratique pour l'entretien et la création des truffières, suivi etc... par A. de Bosredon, ancien député, ancien sénateur, membre du Conseil général de la Dordogne, syndic de la Société des agriculteurs du Périgord. — Un vol. petit in-8° de 224 pp. 1887. — Périgueux, imp. Laporte. (Planches et figures dans le texte.)

Bien des auteurs ont écrit sur la truffe, à commencer par Théophraste au IVe siècle avant notre ère, puis Martial, les deux Pline, Juvénal et Plutarque, jusqu'à Brillat-Savarin et Adrien de Jussieu dans les temps modernes. Mais ce n'est guère que dans la seconde moitié de notre siècle que l'on a débuté dans la publication d'écrits résultant d'observations méthodiques et suivies, lesquels ont fait faire quelques pas, bien incertains encore, dans la connaissance de ce cryptogame aussi bizarre au point de vue botanique, que prisé des gens sensuels de tous les temps et plus spécialement des gourmets du nôtre. M. J.-B. Boussingault, dans diverses publications; M. Henri Bonnet vice-président du Comité agricole d'Apt (1) ; M. Chatin, le savant naturaliste, M. George-Grimblot, conservateur des forêts à Chaumont, alors qu'il était inspecteur à Avignon (2); enfin M. de Bosredon, du *Manuel* de qui nous avons à rendre compte ; ont tour à tour abordé et successivement élucidé cette curieuse question. Nous avons à dessein omis, dans l'énumération qui précède, la théorie fantastique de M. Jacques Valserres qui considérait la truffe comme une galle prenant naissance sur les radicelles du chêne, à la suite de la piqûre d'une *mouche truffigène !* Cette théorie, qui supporte d'autant moins l'examen que jamais la plus petite truffette n'a adhéré naturellement à la moindre racine de chêne ou d'aucun autre arbre ou arbrisseau, n'a point été prise au sérieux, et nous ne la mentionnons ici que pour mémoire.

Le *Manuel* de M. de Bosredon a l'avantage, très grand dans une question de cet ordre, de venir le dernier; ce qui a permis à l'auteur de corroborer et de compléter l'expérience et les observations de ses devanciers par les siennes propres.

(1) *La truffe. Études sur les truffes comestibles.* Paris; Adrien Delahaye.

(2) Exposition universelle de 1878. — *Etudes sur la truffe,* par A. George-Grimblot, inspecteur des forêts. — 1878. — Paris, imprimerie nationale,

Il a divisé son mémoire en deux parts à peu près égales : une partie pratique : *Création et entretien des truffières ;* — une partie consacrée à l'érudition : *Recherches scientifiques.*

I. Dans la première partie nous signalerons notamment les trois conditions essentielles de *climat,* de *sol* et de présence de certains végétaux ligneux, principalement *chêne* et *noisetier*. Comme *climat*, on admet assez généralement que, là où croît la vigne et mûrit le raisin, peut venir la truffe comestible. Mais il y a truffes et truffes, comme on le verra plus loin; et, pour obtenir ce tubercule avec les meilleures conditions d'espèce et de qualité dans leur plénitude, il faut " l'action successive des pluies et du soleil, de l'ombre et de la lumière, de la chaleur et du froid, dit M. de Bosredon, et cela à des époques pour ainsi dire fixes dans l'année. „ En un mot, il faut les conditions climatériques qui se rencontrent en Périgord et qui ne se rencontrent guère que là : (A tous les cœurs bien nés....!) Quant au *sol*, la condition absolue, *sine qua non,* est qu'il contienne une assez forte proportion de carbonate de chaux. Les oolithes ferrugineuses des formations jurassiques paraissent être celles que la truffe préfère, bien qu'elle se rencontre avec abondance et qualité dans des argiles calcareuses très pauvres en éléments ferrugineux, comme dans des sols siliceux-calcaires dépourvus d'argile. Il est, de plus, indispensable que le terrain soit dans des conditions de pente, d'exposition et de sous-sol qui rendent l'écoulement des eaux facile, toute humidité stagnante étant incompatible avec l'existence de la truffe. D'autres conditions de détail doivent encore être réunies, pour lesquelles nous renverrons au *Manuel* de M. de Bosredon.

Certains arbres et arbrisseaux ont la faculté de provoquer la formation des truffes dans les terrains et climats suffisamment appropriés à cette production. En première ligne, il faut citer l'yeuse ou chêne vert *(Quercus ilex*, Linn.) et le kermès *(Q. coccifera,* Linn.) arbrisseau broussailleux à feuilles persistantes, essences méridionales; puis le chêne rouvre *(Q. robur*, Linn.) des climats tempérés, et sa variété méridionale, le chêne à feuilles pubescentes ou chêne blanc *(Q. pubescens*, Willd.), voire le chêne à grappes *(Q. pedunculata*, Ehrh.), enfin le coudrier ou noisetier *(Corylus avellana*, Linn.). D'autres essences ont aussi la même faculté; telles les pins, l'orme, le saule et jusqu'au châtaignier, bien qu'il croisse rarement dans les sols dont la teneur en chaux atteint seulement 3 p. c. Mais la faculté truffi-

gène est moins accusée dans ces essences; et d'ailleurs elles communiquent souvent aux truffes une saveur particulière plus ou moins désagréable et qui les rend peu comestibles. C'est donc parmi les variétés de chênes et le coudrier qu'il faudra fixer son choix, suivant leur meilleure appropriation à la nature du sol, lorsque l'on voudra tenter la création d'une truffière artificielle.

Celle-ci exige toute une série de connaissances sur la qualité des glands ou plants truffiers; sur la préparation du sol; sur la forme à donner aux jeunes arbres par la taille, au fur et à mesure de leur développement; sur les travaux d'entretien de la truffière en formation ; sur les cultures provisoires à faire entre les lignes de plants pour utiliser le terrain pendant les années qui précéderont la naissance des truffes; enfin sur le prix de revient, les produits et les procédés de récolte d'une truffière lorsque l'opération a réussi. L'auteur en parle avec toute l'autorité qui s'attache aux dires d'un praticien ayant longuement observé et pratiqué ce qu'il enseigne.

II. Dans les *Recherches scientifiques* sur la truffe, l'étymologie et la synonymie nous paraissent n'offrir qu'un intérêt secondaire. La description de ses diverses variétés ; la distinction entre les truffes savoureuses et les truffes non comestibles; parmi les premières, l'indication de leur plus ou moins de qualité suivant les espèces; voilà des renseignements qui, étant donnée la nature du sujet, sont d'une importance relativement considérable. Laissant de côté la catégorie des truffes non comestibles, telles que le *Tuber rufum* (Vittadimi, Tulasne) vulgairement *Museau-de-chien*, la *Balsamia vulgaris* (id.) appelée en Périgord *Tuffé* ou fausse truffe, etc.; nous dirons que les truffes bonnes à manger se répartissent en trois groupes principaux : 1° d'hiver, 2° d'été et 3° le *Terfez* ou truffe à chair blanc de neige.

1° Les principales entre les premières, qui sont aussi les plus estimées, sont *T. melanosporum* (Vittad.), *T. brumale* (id.), *T. moschatum* (Bonnet), *T. hiemalbum* (Chatin) ou truffe blanche d'hiver. La truffe à spores noires, dont la grosseur varie de celle d'une noisette à celle du poing, est la meilleure et la plus parfumée. Les verrues prismatiques ou polygonales qui recouvrent la superficie varient de dimensions suivant les circonstances de la production : sous le chêne vert, elles deviennent très petites et valent alors au tubercule le nom de *truffe à petits grains* du Périgord. Le *T. brumale* est une truffe à chair grise, à saveur légèrement musquée, ressemblant beaucoup extérieurement à la

mélanospore. Il n'en est pas de même du *moschatum*, qui est la truffe du Poitou, de la Touraine et du Vaucluse (Apt) : ses verrues sont beaucoup plus saillantes et plus aiguës, son parfum tout différent et son odeur forte et peu agréable. Quant à la truffe blanche d'hiver, le goût en est médiocre; elle n'a aucune des qualités de la truffe à spores noires, à laquelle elle ressemble extérieurement, ce qui favorise souvent la fraude.

2° Parmi les truffes d'été, le *T. æstivum* et le *T. mesentericum* (Tul., Bonn., Chat.), au peridium brun foncé ; aux verrues hautes, à arêtes vives et déprimées au centre; aux spores elliptiques, colorées en jaune brun; à la chair d'un gris blanchâtre, se ressemblent beaucoup entre eux et sont souvent confondus. Cependant le *T. mesenterium* est d'un gris plus foncé à l'intérieur et présente souvent à sa base une anfractuosité caractéristique. Ces deux truffes sont très répandues sous des dénominations diverses : " truffes de la Saint-Jean „ en Périgord; " truffes de mai „ en Provence; *Samaroques* dans le Gers (Condom); " grosse et petite fouine „ en Bourgogne ; " truffes à gros et à petits grains „ dans l'Ile-de-France; *Tartuffo nostrale* en Italie. On les trouve même en Bohême, en Allemagne et jusqu'en Angleterre, qui n'est pourtant pas, que l'on sache, un pays où la vigne donne son fruit. Mais aussi ces deux variétés, privées de saveur autant que de parfum, sont de plus en plus délaissées. Plus estimé est le *T. magnatum* (Chat.) ou *griseum* (Person), très grosse truffe d'Italie, à chair jaunâtre fort prisée des gens à qui le goût et l'odeur de l'ail ne déplaisent point, et qu'on améliore du reste par des préparations culinaires.

3° Une seule truffe, le *Terfez*, qu'on pourrait appeler " truffe neigeuse „ (*T. niveum*, Desf., Chat.), tant la couleur de sa chair est d'un blanc pur, et dont le peridium lui-même est blanc, constitue tout le 3e groupe des truffes comestibles. C'est la truffe des sables de l'Algérie et de la Tunisie : les Arabes, qui la connaissent de tout temps, en sont très friands. On dit qu'on la rencontre quelquefois non loin de Marseille et de Tarascon.

Ces diverses indications suffiront pour faire apprécier la teneur du livre de M. de Bosredon. Sur les signes distinctifs pour reconnaître les meilleures truffes entre les moins bonnes; sur les diverses méthodes jusqu'ici tentées pour créer des truffières; sur l'histoire gastronomique, commerciale et statistique de la truffe; sur les fraudes, falsifications et rapines dont le " diamant des gourmets „ est souvent l'occasion; plus encore, sur les recettes culinaires qu'on peut lui appliquer, nous vous renvoyons, lecteur,

à l'auteur. Disons quelques mots seulement, pour clore cette notice, sur l'explication la plus plausible par laquelle on est parvenu à élucider l'origine de la truffe, ce que les pédants appellent sa " genèse „ ; (la *Genèse* de la truffe !)

Végétal sans tige ni racines apparentes, sans rameaux ni feuilles, la truffe n'en est pas moins un végétal, et ce végétal est un champignon, mais un champignon *hypogé*, c'est-à-dire, en bon français, un champignon souterrain. De nombreuses vésicules répandues dans le parenchyme de ce tubercule sont de véritables thèques ou mieux des sporanges ; et les spores qu'elles contiennent donnent naissance à de minces filaments qui s'étendent en s'entrecroisant dans toutes les directions, tout à fait comparables au *mycelium* des botanistes, au *blanc de champignons* des simples mortels. C'est sur ce mycélium né des spores de la truffe que prennent naissance les jeunes truffinelles. Pourquoi le voisinage de certains végétaux ligneux est-il nécessaire à la fertilité des spores? L'observation n'a pas encore pu pénétrer ce mystère. — Toutefois, sans admettre avec M. George Grimblot que " la truffe est un produit direct de l'excrétion radiculaire de certains arbres „ (1), ce qui n'est plus soutenable aujourd'hui, il est permis de supposer que cette excrétion des racines a une influence directe et nécessaire sur la fertilité des spores. C'est une hypothèse rationnelle et plausible ; mais ce n'est encore qu'une hypothèse.

Quoi qu'il en soit, si M. de Bosredon rend service aux gourmets et aux spéculateurs ruraux en leur fournissant tous les renseignements nécessaires pour la création et l'entretien des truffières, il en rend un aussi à la science en vulgarisant la description botanique du cryptogame souterrain et surtout son mode de formation et de développement.

C. DE K.

V

LES GRANDES ÉCOLES DE FRANCE, par Mortimer D'OCAGNE ; nouvelle édition ; Paris, Hetzel, 1887.

La nouvelle édition de cet ouvrage, bien connu déjà en France, est tellement augmentée, que la matière du livre va maintenant beaucoup plus loin que son titre ne l'indique. C'est, à propre-

(1) Cf. George Grimblot, *Études sur la truffe*, p. 85.

ment parler, un recueil de renseignements complets sur toutes les écoles spéciales et techniques entretenues par l'État français, que nous offre aujourd'hui M. d'Ocagne, le père de notre savant et sympathique collaborateur.

Primitivement, l'auteur s'était proposé d'écrire la monographie de chacune des *grandes écoles* de la France, c'est-à-dire des écoles qui prennent les jeunes gens au sortir des classes supérieures des lycées, pour les préparer soit à certaines fonctions de l'État, soit à diverses carrières libérales exigeant des études spéciales. Telle était l'idée de principe qui avait fixé le cadre des premières éditions.

Depuis lors, le gouvernement français, cédant à la poussée démocratique qui lui impose ses caprices, a affirmé sa tendance à introduire le plus largement possible dans chaque carrière l'élément subalterne, l'élément " sorti du rang ", et il a créé à cet effet des écoles destinées à effectuer la transition des cadres inférieurs aux cadres supérieurs.

Nombre de jeunes gens, ayant échoué aux examens des grandes écoles, ou préférant entrer dans la carrière par une voie moins brillante sans doute, et un peu moins rapide, mais incontestablement beaucoup plus facile, se sont portés vers ces écoles.

On peut donc dire que l'élargissement des limites du livre s'imposait à M. d'Ocagne, qui cherchait, avant tout, à mettre entre les mains des pères de famille et des jeunes gens un recueil de documents complet. Il n'y avait, dans cette voie-là, guère de raison pour s'arrêter ; aussi l'auteur s'est-il trouvé amené à introduire encore dans son ouvrage certaines écoles qu'il avait laissées de côté lors de la première édition. Somme toute, le cadre de M. d'Ocagne s'est sensiblement agrandi, et, de la sorte, son livre tient plus encore que ne promet son titre. On aurait assurément mauvaise grâce à trouver là matière à une critique.

Dans une préface alertement écrite, l'auteur nous dit, entre autres choses excellentes, de quelle façon il a été amené à écrire son livre. Nous extrayons ce passage :

" Le choix d'une carrière, quel problème ! En est-il pour les familles de plus grave, de plus sérieux, de plus complexe ? C'est une tâche délicate et difficile que celle de guider les jeunes gens dans le choix d'une profession ; les parents seuls peuvent, avec justesse, peser les conditions intellectuelles, morales ou sociales, particulières à leurs enfants ; aussi le but que je me suis pro-

posé a-t-il été seulement de renseigner les uns et les autres sur les diverses voies qui s'ouvrent devant eux.

. . . . . .

. . . . . Quel mobile, d'ailleurs, guidera le choix à faire ? Un hasard bien souvent, une relation quelconque, l'exemple d'un sujet heureusement parvenu.

„ On cherche alors à se renseigner ; chose facile, si l'on a un objectif bien défini ; mais besogne moins aisée, si l'on n'est pas fixé d'avance, comme il arrive souvent, et si l'on se trouve assailli par des hésitations et des incertitudes. Comment prendre un parti, si l'on ne peut soi-même comparer les carrières, estimer les concurrences, les chances d'avancement, les conditions pécuniaires.

„ C'est dans une circonstance analogue que la pensée m'est venue de publier cet ouvrage. Un renseignement m'était demandé, et, faute d'un guide, j'eus grand' peine à me le procurer. J'usai du temps à m'enquérir de divers côtés, à faire des recherches aux bibliothèques; mais cette étude forcée m'intéressa vivement, et je pensai que ce qui m'avait servi utilement pouvait profiter à d'autres. N'y avait-il pas là une lacune à combler? Avant de réaliser mon idée, je consultai quelques bons esprits; je leur soumis mon projet, et leurs encouragements me décidèrent à me mettre à l'œuvre „.

M. d'Ocagne classe les écoles en deux grandes catégories : écoles militaires, écoles civiles ; et il les range, dans chacune de ces catégories, d'après l'ordre alphabétique. Par ce procédé les recherches sont rendues très faciles et très rapides.

Chaque notice comprend :

L'historique de l'institution;

Le programme d'admission;

Les conditions d'âge et autres;

Le nombre d'élèves à admettre;

Le prix de la pension, du trousseau, etc....;

Le séjour à l'école : régime, durée, division des travaux;

Les examens de classement, de passage, de sortie, avec les coefficients :

Les carrières ouvertes par l'école.

Ce sont, on le voit, tous les points sur lesquels on peut avoir besoin d'être renseigné.

Il ne nous est pas possible d'entrer dans l'analyse détaillée d'un tel ouvrage qui est, avant tout, un recueil de documents.

Aussi bien, ce que nous en avons déja dit, en indique suffisamment le contexte général. Mais nous appellerons l'attention des lecteurs de la *Revue*, pour la plupart étrangers à la France, sur une particularité qui ne saurait être trop remarquée; nous voulons parler de l'institution de l'*Ecole polytechnique*.

Il existe dans d'autres pays des établissements portant le même nom; il n'en est pas, que nous sachions, qui soit fondé sur le même principe. L'esprit de l'institution consiste essentiellement en ceci : donner un enseignement théorique commun à tous les jeunes gens destinés aux carrières qui exigent une culture scientifique développée, avant de les faire entrer dans les écoles d'application qui sont au seuil de ces carrières.

On ne saurait contester les avantages de cette origine commune donnée à des jeunes gens voués à des carrières savantes diverses. Elle crée entre eux des liens de confraternité et d'estime réciproque que le temps ne peut ensuite que cimenter davantage ; elle perpétue de génération en génération, chez les hommes chargés de diriger les grands services de l'État, des traditions de devoir et d'honneur dont l'école-mère garde le dépôt; elle permet de confier le soin de répandre la science parmi l'élite de la jeunesse studieuse aux maîtres les plus éminents, qui ne sauraient, dans le système contraire, se multiplier pour les besoins de l'enseignement théorique des diverses écoles. En outre, le choix de la carrière ayant lieu, à la sortie, dans l'ordre du classement, il y a là pour les élèves un puissant stimulant de travail. Nous ne parlerons ici ni du prestige incontesté dont jouit l'École, ni des illustrations de toute sorte qu'elle a formées dans le monde de la science, de la guerre, de la marine, de l'industrie de l'État et de l'industrie privée, voire même du clergé, puisque l'École polytechnique a eu l'honneur de produire des hommes tels que le P. Gratry, le P. Clerc et tant d'autres. Nous avons seulement voulu montrer, par une indication rapide, quel est le principe de l'institution, et quelle est la raison d'être de ce principe.

L'École polytechnique est donc la pépinière où viennent se recruter les grandes écoles d'application de l'État, à savoir les Écoles *des mines, des ponts et chaussées, du génie maritime, des télégraphes, des manufactures de l'État, d'hydrographie, d'application de l'artillerie et du génie*. Elle fournit en outre des officiers à la marine nationale (1), et des fonctionnaires à diverses autres

(1) L'amiral Courbet, mort glorieusement pendant la dernière campagne de Chine, était un ancien élève de l'École polytechnique.

administrations de l'État. Enfin, nombre d'anciens élèves entrent dans l'industrie ou suivent des carrières libérales. " Le simple titre d'ancien élève de l'École polytechnique, dit en effet M. d'Ocagne, n'est pas un grade ; mais il a une valeur analogue, et l'on voit maintes fois s'en prévaloir des hommes distingués qui se sont fait une situation brillante en dehors des carrières administratives ou militaires. „

En dehors de l'École polytechnique et des écoles d'application qui s'y rattachent, nous devons citer au premier rang des grandes institutions de l'État : l'*École normale supérieure,* qui forme le personnel éminent des professeurs de l'Université et, par ses annexes d'Athènes, de Rome et du Caire, perpétue le goût de l'étude de l'antiquité ; l'*École supérieure de guerre,* qui prépare l'élite des officiers au service de l'état-major, en les initiant aux problèmes transcendants de l'art militaire; l'*École centrale des arts et manufactures,* pépinière féconde d'ingénieurs qui assurent le progrès continu des diverses industries et tiennent haut et ferme le drapeau de la patrie dans les luttes moins sanglantes, mais aussi acharnées, qui se livrent sur ce terrain; l'*Ecole spéciale militaire de Saint-Cyr,* où les officiers d'infanterie et de cavalerie puisent, en même temps qu'une solide instruction, les leçons du plus pur patriotisme ; l'*Ecole navale,* qui dote l'armée de mer d'intrépides officiers, inébranlablement fidèles à leur belle devise : " Honneur et Patrie „ ; l'*École des forêts,* qui forme un personnel savant pour le service de l'administration des forêts; les écoles *de Médecine, de Droit, des Beaux-Arts, des Chartes, des Hautes-Études,* etc....

Nous n'irons pas plus loin dans cette nomenclature qui ne comprend qu'une faible partie des institutions passées en revue par M. d'Ocagne. Nous renvoyons le lecteur à l'excellent ouvrage que nous analysons pour la compléter.

Qu'il nous soit permis pourtant de présenter encore une observation. M. d'Ocagne, en écrivant son livre, a eu surtout en vue de mettre entre les mains des jeunes gens et, plutôt encore, des pères de famille toutes les données qui peuvent leur être nécessaires pour le problème important du choix d'une carrière. Mais ce livre a encore un autre intérêt. Aujourd'hui, plus que jamais, la question de l'enseignement est à l'ordre du jour. Elle préoccupe nombre de bons esprits. L'étude de cette question trouve, dans le livre de M. d'Ocagne, des éléments de la plus haute importance. A ce titre, ce livre n'intéresse pas seulement les Français, mais encore les hommes de toutes les nationalités; car

il n'est pas moins important, dans cet ordre d'idées, de se rendre compte de ce qui se pratique à l'étranger que de savoir ce qui se passe chez soi. Il n'est donc pas douteux que cet ouvrage ne soit appelé à trouver à l'étranger, et particulièrement en Belgique, un succès analogue à celui qu'il a remporté en France dès sa première édition.

L'auteur, après avoir indiqué les principales sources auxquelles il a puisé, dit modestement, à la fin de sa préface : " Je crains d'en oublier encore ; car, je le dis avec sincérité, il n'y a guère qu'une chose qui soit de moi dans ce livre; c'est — l'idée de le faire. „ Nous ajouterons, nous, qu'il y a aussi la manière de le faire, et que celle-ci fait à M. d'Ocagne le plus grand honneur. On pourrait, en un pareil sujet, craindre la sécheresse et la monotonie. L'intérêt, tout au contraire, se soutient d'un bout du livre à l'autre. Il faut en voir la raison dans les agréments qui parent le style de M. d'Ocagne, écrivain distingué autant que modeste.

I. T. H.

VI

Navigation intérieure. Rivières et canaux (1), par P. Guillemain, inspecteur général, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées; 2 vol. in-8° de 564 et 592 pages, avec figures dans le texte ; 1885. Paris, Baudry et Cie, 15 rue des Saints-Pères. Même maison à Liège.

Nous sommes fort en retard pour rendre compte de cet ouvrage ; mais nous pensons que ce retard, dû à des causes toutes personnelles, ne doit point nous empêcher de signaler aux ingénieurs, nos confrères, qui lisent la *Revue*, un livre qui est appelé à leur rendre de si grands services.

Le livre de M. Guillemain est la reproduction fidèle et intégrale du cours que l'auteur professe avec tant d'éclat et de succès à l'École des ponts et chaussées. Il embrasse l'étude complète et détaillée de toutes les questions qui se rapportent aux voies navigables, tant naturelles qu'artificielles.

(1) Ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie des travaux publics*, fondée par M. l'inspecteur général Lechalas.

Le sujet — est-il besoin de le dire? — est d'une importance capitale. Cette importance s'affirme, quant à la France, par les chiffres suivants : Les transports par eau s'effectuent, à l'intérieur du pays, sur une longueur de 4713 km. de canaux et de 7825 km. de fleuves et rivières. Le tonnage des embarquements effectués pendant les huit premiers mois de l'année 1886 a été de 7 621 703 tonneaux pour les canaux et de 5 839 078 pour les fleuves et rivières. On peut juger par ces chiffres qu'il ne s'agit pas ici d'une quantité négligeable.

D'ailleurs " sur la partie vraiment prospère de notre système de navigation intérieure, notamment sur le réseau du Nord, l'activité des transports par eau est comparable à celle des transports par les voies ferrées; elle a suivi, depuis trente ans, une progression croissante; elle a rempli, à l'égard du monopole des chemins de fer, le rôle d'un modérateur efficace ; elle a contribué très largement à la diminution du prix des transports (1). "

On peut, par ce qui précède, se rendre compte de l'importance du cours professé par M. Guillemain à l'École des ponts et chaussées, et l'on ne s'étonnera pas que ce cours ait donné lieu à deux forts volumes d'environ cinq cents pages chacun, les développements d'un cours de construction devant être en rapport avec l'importance de la spécialité à laquelle il se rattache.

Le traité de M. Guillemain se divise en six parties, les quatre premières fournissant la matière du tome I et les deux autres celle du tome II.

La *première partie* se compose des *préliminaires*, c'est-à-dire des notions générales dont la connaissance doit précéder l'étude de l'amélioration des rivières et de la construction des canaux.

Ces notions générales comprennent en première ligne la description de l'état naturel des cours d'eau. Il est essentiel, en effet, avant de rechercher les moyens d'agir sur le régime des cours d'eau de façon à satisfaire le plus largement possible aux besoins de la navigation, d'avoir une idée exacte de ce qu'est ce régime. Aussi M. Guillemain ne craint pas de donner trop de détails sur l'origine et le régime des eaux, la constitution et la forme du lit des rivières.

Si, dans la question qui occupe notre auteur, le cours d'eau est le premier facteur, le second est le véhicule approprié à cette voie particulière, c'est-à-dire le bateau. Il était donc tout naturel

(1) F. Lucas, *Étude historique et statistique sur les voies de communication de la France* Paris, Imprimerie nationale, 1873), page 132.

que M. Guillemain indiquât les divers types de bateaux qui circulent sur nos voies navigables françaises, ainsi que leur mode de locomotion. De là, un deuxième chapitre pour les préliminaires, chapitre où l'auteur examine les avantages et les inconvénients des divers modes de navigation en rivière : halage, voile, dérive, propulsion par la vapeur, touage.

Enfin les préliminaires comprennent un troisième chapitre relatif aux opérations à faire pour étudier l'amélioration des cours d'eau, à savoir : nivellements, levés de plans, sondages, jaugeages, observations de hauteurs d'eau. Il n'est pas inutile, à ce propos, de remarquer combien sont imparfaites les méthodes de jaugeage dont on dispose quant à présent. Des expériences sont en cours, en France, pour faire progresser la question. Il est bien à souhaiter qu'elles soient couronnées de succès (1). M. Guillemain rattache encore à ce chapitre la question pleine d'intérêt, tant pour l'agriculture que pour la navigation et les travaux hydrauliques, de l'annonce des crues. Des services régulièrement organisés fonctionnent pour cet objet dans les principaux bassins français. C'est dans le bassin de la Seine, pour lequel Belgrand a formulé des règles empiriques basées sur de nombreuses observations, que cette organisation a d'abord pris naissance.

Avec la *deuxième partie* intitulée : *Amélioration des rivières à courant libre,* l'auteur entre dans le vif de son sujet.

Les principaux obstacles que rencontre la navigation en rivière sont les hauts-fonds et les coudes trop prononcés. M. Guillemain fixe d'abord son attention sur les premiers. Le moyen qui se présente le plus naturellement à l'esprit, pour les faire disparaître, c'est le dragage. Mais la question est beaucoup plus délicate qu'elle ne le semble à première vue.

Quand il s'agit des seuils fixes, qui tiennent à la présence d'une couche assez résistante pour ne pas se laisser attaquer par l'action érosive du courant, le dragage est un bon moyen pourvu qu'il soit judicieusement pratiqué (2).

Pour les hauts-fonds qui sont le résultat d'une cause accidentelle, le dragage suffira à ramener l'ordre dans le régime du cours d'eau, pourvu que du même coup on supprime la cause perturbatrice.

(1) Depuis la rédaction de cet article, un intéressant mémoire sur cette question a été publié par M. l'ingénieur en chef Ritter dans les *Annales des ponts et chaussées.* (Livraison de décembre 1886.)

(2) Nous citerons à cet égard l'arasement des seuils rocheux de la Charente maritime, exécuté sur les propositions de M. l'ingénieur Polony.

Quant aux seuils renouvelables, dus à la marche générale des alluvions vers la mer, ils ne sauraient évidemment être à tout jamais proscrits par de simples dragages, à moins que ceux-ci ne fussent appliqués d'une manière permanente, et c'est là une solution qui ne saurait être admise que dans des cas tout à fait spéciaux. M. Guillemain insiste sur les précautions qu'exige l'emploi de ce procédé, et décrit les principaux appareils destinés à le mettre en œuvre.

L'amélioration des rivières, au point de vue de l'abaissement des hauts-fonds, peut encore être obtenue par le resserrement du lit, qui a pour effet d'accroître la puissance érosive du courant. Ce resserrement s'effectue soit au moyen de digues longitudinales, soit au moyen de digues transversales ou épis, soit au moyen d'un système mixte de digues basses, d'épis de faible hauteur et de seuils de fond, système qui nous vient d'Allemagne, où il a, paraît-il, produit de bons effets sur divers cours d'eau (la Ruhr, l'Elbe, l'Oder, le Wéser, la Vistule, le Rhin), et dont on fait aujourd'hui l'essai sur le Rhône. M. Guillemain donne, au sujet de ces divers procédés, des renseignements pratiques dont les ingénieurs feront sagement de tenir grand compte dans la préparation de leurs projets, et il les accompagne des observations les plus judicieuses.

Après l'arasement des seuils (modification du lit dans le sens vertical), se présente la question du barrement des bras secondaires et du redressement des coudes (modification du lit dans le sens horizontal), que M. Guillemain élucide avec le même soin que la précédente. Nous signalerons la très sage recommandation qu'il fait de conserver les bras barrés pour l'écoulement des crues. “ Plus on aura concentré les eaux d'étiage dans un chenal unique, dit-il, plus on aura le devoir de veiller à ce que les hautes eaux retrouvent leur domaine intégral; plus on sera tenu, par conséquent, de défendre ce domaine contre les entreprises des riverains et l'action de la végétation. „ Quant au redressement des coudes, l'éminent inspecteur général insiste, avec juste raison, sur ce que *les modifications ne doivent pas diminuer la longueur*, précepte que l'on est trop souvent tenté de méconnaître. “ Tout ce qu'il est possible de faire, c'est de substituer à un coude brusque une courbe adoucie, recevant le courant dans la direction où il arrive, le restituant dans celui où il s'échappait primitivement, et raccordant ces deux alignements par une inflexion régulière, plus favorable au passage des bateaux. „

En matière de rivières, tout est délicat, mais le sujet devient encore plus difficile lorsqu'on envisage les fleuves à leur embouchure, ou, pour mieux dire, dans leur partie maritime. A cette importante question, M. Guillemain consacre le dernier chapitre de la deuxième partie.

Il fait la distinction des fleuves qui se jettent dans des mers sans marées, et de ceux qui se jettent dans des mers à marées.

Parlant des premiers, il indique les solutions qui ont été adoptées pour le Nil, le Rhône, le Danube, et le Mississipi. Le caractère de ces fleuves est l'encombrement de leur embouchure par les dépôts d'alluvions, c'est-à-dire la formation de deltas.

Le principe de toutes les méthodes mises en pratique pour y ouvrir et y maintenir une voie navigable est la concentration des eaux du fleuve dans un chenal unique. Mais, comme le fait remarquer notre auteur dans sa conclusion, " en concentrant les eaux du fleuve, on concentre aussi les alluvions, et là où l'eau courante vient s'amortir dans la mer, il y a dépôt. Les vagues modifient ce dépôt, le cordon littoral le consolide et le développe, les vents régnants agissent aussi sur lui; mais le phénomène, au fond, persiste et obéit à sa loi, sauf le cas où un autre grand phénomène naturel, un courant littoral par exemple (1), intervient dans la question avec une intensité suffisante pour dissiper les apports fluviatiles. Si cette condition n'est pas remplie, le succès a grande chance de n'être qu'éphémère; et le plus souvent, alors, la vraie solution consiste à remplacer par une voie artificielle le cours d'eau naturel dont l'amélioration se présente avec un caractère aussi précaire. „ Quant aux fleuves débouchant dans des mers à marées, M. Guillemain commence par développer à leur endroit des considérations générales qui aboutissent à ce précepte : " Favoriser l'entrée du flot dans la mesure la plus large à la partie supérieure du lit, au moment du maximum de débit, afin d'emmagasiner la puissance creusante; puis, pendant le jusant, et surtout aux environs de la mer basse, alors qu'on peut en tirer tout le parti possible, diriger cette puissance sur les points les plus avantageux à la navigation. „ Il tire la justification expérimentale de ce précepte des exemples suivants examinés par lui avec le plus grand soin : Baie des Vays (Calvados), Clyde, Seine, Loire, côte landaise et Sénégal, Gironde.

M. Guillemain insiste encore, dans ses conclusions, sur divers

(1) C'est le cas pour le Danube.

autres côtés de la question dont il faut tenir compte dans les études locales, et termine sur cette remarque, d'une si haute sagesse : " En un mot, la question est une des plus complexes, en même temps qu'une des moins connues ; chaque cas particulier exige une observation attentive, les conseils des hommes pratiques; et à notre avis elle est une de celles où il est le plus permis de mettre en pratique le vieil adage : Dans le doute, abstiens-toi. Nous n'insisterons donc pas davantage, heureux si nous avons pu faire saisir les idées d'ensemble qui paraissent hors de conteste, et indiquer en partant de ces idées, à défaut de ce qui est à faire, ce qu'il convient d'éviter. „

La *troisième partie* traite *des rives des cours d'eau et des inondations.* La question de la défense des rives se présente sous un double point de vue : point de vue technique, point de vue administratif, que M. Guillemain envisage successivement. Au point de vue technique, il distingue la partie située au-dessus de l'étiage de celle qui se trouve au-dessous, et indique pour chacune d'elles les moyens de défense auxquels il convient de faire appel suivant le cas. Au point de vue administratif, il expose les diverses façons de procéder qui s'offrent aux ingénieurs pour coaliser, en vue du bien-être général, des intérêts souvent fort divers, sinon opposés, et pour n'engager l'État que dans la mesure de ce qui est raisonnable.

Il s'étend, comme le sujet l'exige, sur la construction des quais, donnant la solution appropriée à chaque espèce de terrain. Nous signalerons, comme particulièrement intéressant, tout ce qui a rapport à la construction des quais en terrain vaseux, et nous dirons à ce propos, chose qui a été omise par l'éminent ingénieur, que c'est M. Guillemain lui-même qui est l'auteur de l'élégante solution adoptée à Rochefort, sur les bords de la Charente, solution qu'il donne comme exemple de construction en terrain vaseux, et dont le succès se confirme depuis plus de vingt-cinq ans.

La question du halage et de la délimitation du lit des cours d'eau est, avant tout, administrative et juridique. Dans l'état actuel de la législation et de la jurisprudence françaises, il est peu de questions plus délicates que celle de la délimitation du lit des cours d'eau; il en est peu de plus sujettes à contestation. Le rôle des ingénieurs, en pareille matière, est des plus difficiles, et ceux-ci ne sauraient mieux faire à cet égard que de se conformer à la doctrine formulée par M. Guillemain, au nom de sa longue et solide expérience.

Il n'est pas seulement intéressant, pour la pratique, d'envisager les cours d'eau dans leur état normal, mais encore dans leur état exceptionnel, en temps d'inondation.

Les inondations, comme beaucoup de choses en ce monde, portent en elles une part de bien et une part de mal, chacune de ces parts pouvant, suivant le cas, l'emporter sur l'autre. On sait quelle est l'influence fertilisante des eaux sur les terrains mis en culture; voilà la part de bien. On garde le souvenir d'épouvantables ravages causés dans les lieux habités par l'invasion soudaine d'une crue exceptionnelle; voilà la part de mal. Il ne serait donc pas exact de dire que l'inondation, prise en elle-même, est un fléau. Elle ne le devient que par suite d'un certain concours de circonstances qui en précipite l'apparition.

M. Guillemain étudie les moyens employés pour se mettre en garde contre les effets dangereux des inondations.

Les curages n'ont pour objet que de déplacer le mal. Ils peuvent, sur un point spécial, avoir de l'efficacité, mais ne sauraient, comme remède, être généralisés.

L'emmagasinement de l'eau vers les sources, au contraire, est un remède sûr quoique lent. Cet emmagasinement est largement favorisé par les lacs, les terrains en culture, les forêts, les gazonnements, le drainage. On a proposé, pour favoriser cet emmagasinement, la création de réservoirs artificiels. Cette idée avait particulièrement séduit l'empereur Napoléon III. Elle a trouvé aussi des détracteurs, qui reprochaient aux réservoirs artificiels d'exiger un capital énorme pour leur constructien, d'entraîner un entretien des plus onéreux, de substituer au danger de l'inondation le danger bien plus redoutable de la rupture des digues, de commander des manœuvres hydrauliques difficiles à réaliser pratiquement, enfin et surtout, de pouvoir, à un moment donné, être cause d'une aggravation du mal en retardant la crue d'un affluent pour la jeter sur celle du cours d'eau principal. Ces objections, à la vérité, sont assez spécieuses. Celles qui sont d'ordre économique n'infirment pas le principe du système; il s'agit simplement d'établir une balance des intérêts en jeu. Quant aux objections d'ordre technique, elles pourraient, croyons-nous, être démenties par les faits. Nous pourrions citer tel exemple — comme celui des ascenseurs hydrauliques, en particulier — où les difficultés d'exécution ne paraissaient pas moindres et ont pourtant été vaincues. Et, pour ce qui est de l'aggravation de mal signalée plus haut, on arriverait à la prévenir en réglant convenablement le jeu des retenues; c'est là une affaire d'étude.

Concluons donc, avec M. Guillemain, que " si l'on a voulu prouver qu'il était impossible aujourd'hui, en France, de modifier immédiatement le régime des inondations par la construction de réservoirs, le fait semble établi ; mais il ne s'ensuit pas qu'on doive renoncer à un développement progressif de ce système en s'accordant le temps, et en faisant avec discernement un pas en avant dans cette voie, toutes les fois que l'occasion s'en présente. „

M. Guillemain signale en outre qu'en ce qui concerne les réservoirs artificiels, les inondations ne sont pas le seul intérêt en jeu. Ces réservoirs peuvent encore servir à assurer la distribution de l'eau pour les besoins des villes voisines. Tel est le cas de la ville de Saint-Étienne, desservie par le réservoir du Gouffre-d'Enfer (Loire).

A défaut de réservoirs, les barrages à pertuis ouvert produisent un effet salutaire. M. Guillemain cite à ce propos l'exemple de la digue de Pinay (Loire) dont l'efficacité est incontestable pour les localités situées en aval et, en particulier, pour la ville de Roanne.

Enfin les étangs ont, sous ce rapport, une influence qui n'est pas à dédaigner, et M. Guillemain indique, d'après M. de Saint-Venant, l'illustre ingénieur et mathématicien, membre de l'Institut, que la Société scientifique de Bruxelles a eu l'honneur de compter dans son sein, les précautions à prendre pour faire en sorte d'éviter l'insalubrité généralement redoutée de ces retenues d'eau naturelles.

M. Guillemain aborde ensuite la question des endiguements. Il ne serait pas possible, sur un pareil sujet, pour un esprit sensé, d'édifier et surtout de faire accepter une théorie. Aussi, M. Guillemain, dont la sûreté de jugement s'affirme, on peut bien le dire, à chaque page de son livre, se garde-t-il de se lancer en de pareilles considérations.

Il adopte le seul parti rationnel à suivre en l'espèce, à savoir d'examiner avec soin des exemples importants d'application du système de l'endiguement et de les discuter dans leurs moindres détails, à tous les points de vue, pour en tirer des conclusions pratiques. Les exemples choisis par lui sont celui du Pô où le système de l'endiguement, pratiqué depuis vingt siècles, a pris plus d'extension que nulle part ailleurs, et celui de la Loire où, tout en critiquant ce qui a déjà été fait, il indique les moyens propres selon lui à tirer le meilleur parti de la situation acquise, moyens qui tendent à assurer l'épanouissement dans la vallée des crues dépassant une certaine cote.

Il dit encore quelques mots de l'emploi des digues submersibles, qui n'ont pas encore été appliquées sur une assez grande échelle pour qu'il soit possible de porter à leur endroit un jugement absolu, puis il formule ses conclusions que nous résumerons ainsi :

Le phénomène des inondations produit du bien et du mal. Les opérations imprudentes ou les luttes irréfléchies de l'homme le rendent bien souvent plus dommageable qu'il ne serait naturellement. D'une manière générale, les curages l'aggravent. L'emmagasinement des eaux vers les sources est la meilleure solution du problème; on doit tendre à le favoriser. Les endiguements ne sont pas un remède : c'est le commencement d'une lutte sans fin, pleine d'accidents et de déceptions ; ils devraient être limités à la protection des villes. Les terrains cultivés ne doivent pas être soustraits à l'invasion des eaux: mais on doit faire en sorte que cette invasion soit aussi lente, aussi facile, aussi paisible que possible, et amener les cultures à se modifier en vue de submersions fréquentes.

La question présente encore un autre côté qui n'en est pas le moins intéressant; nous voulons parler de la prévision et de l'annonce des inondations. M. Guillemain lui consacre tout un chapitre.

L'éminent auteur commence par faire un savant exposé des méthodes de prévision qui semblent le plus pratiques. En premier lieu, c'est la méthode des courbes hydrométriques, qui consiste à étudier, pour des localités échelonnées sur le cours d'eau et ses principaux affluents, les variations de hauteur et à en déduire l'importance et la marche de la crue; c'est ensuite la méthode udométrique, qui consiste à observer les hauteurs de pluie tombées sur les parties hautes de la vallée,et que M. Guillemain a lui-même appliquée à la vallée de la Loire au-dessus du Bec-d'Allier. Cette dernière méthode n'a pas encore donné tout ce qu'on est en droit d'attendre d'elle; il y a là un sujet d'étude intéressant. M. Guillemain signale enfin certains pronostics qui sont le fruit de l'observation populaire et qui méritent néanmoins, pour chaque localité, d'être pris en considération.

Quant à l'annonce des inondations, M. Guillemain émet sur le mode qu'il convient de suivre pour l'effectuer, les idées les plus sages.

Nous citerons celle-ci :

" Les avertissements ne doivent pas être trop précis..... On vous sait gré d'une prévision vague que l'événement justifie,

tandis qu'on vous blâme d'une indication précise qui n'est qu'approchée.

„ Il faut que les avertissements soient assez répétés pour éviter l'impatience, et assez rares pour attirer l'attention. „

L'expérience personnelle de M. Guillemain lui a permis de " reconnaître que la curiosité publique était très convenablement desservie avec l'émission de deux prévisions par jour, embrassant chacune au moins vingt-quatre heures,..... „

La quatrième partie traite *des barrages.*

Lorsqu'il n'est pas possible, par les moyens passés en revue jusqu'ici, d'améliorer les conditions de navigabilité d'une rivière sans modifier profondément son régime, on est amené à opérer cette modification en *canalisant* cette rivière, c'est-à-dire en recoupant transversalement son lit de distance en distance par des barrages qui ont pour effet d'augmenter le mouillage en diminuant la vitesse, ce qui constitue un double avantage pour les bateaux.

Après quelques considérations générales sur les barrages, M. Guillemain aborde l'étude des divers types de ce genre d'ouvrages, qu'il classe comme il suit :

1° Barrages fixes ;

2° Barrages à parties mobiles soutenues par des appuis fixes;

3° Barrages à parties mobiles soutenues par des appareils mobiles eux-mêmes et indépendants des premiers;

4° Barrages à vannes tournantes et arc-boutées sur le radier, formant un système complet et solidaire ;

5° Barrages à appareils mobiles mus par la chute elle-même.

Nous entrons ici dans une partie du livre d'une essence trop technique pour pouvoir être analysée avec beaucoup de détails dans la *Revue.* Nous nous contenterons d'en esquisser les traits généraux, mais nous tenons à dire que M. Guillemain entre, pour l'établissement des barrages,dans les détails les plus minutieux, et met à la disposition des ingénieurs un guide des plus complets pour leur venir en aide dans les travaux de ce genre.

Parlant des barrages fixes, il insiste particulièrement sur le danger des affouillements et sur les moyens de les prévenir.

Comme barrages à parties mobiles soutenues par des appuis fixes, il décrit les barrages à vannes, les barrages à poutrelles avec leurs divers modes d'échappement, le bateau-porte d'Andrésy sur la Seine, le barrage de la Monnaie de Paris à tablier cylindrique, les portes marinières et ponts éclusés. La plupart de ces engins, particulièrement les deux derniers, sont d'un emploi

de plus en plus rare. Ils sont, en général, d'une manœuvre peu commode. On ne les adopte guère plus dans les nouvelles installations.

Le premier grand progrès qui ait été réalisé dans la construction des barrages fut l'invention du barrage à fermettes mobiles, due à M. l'inspecteur général des ponts et chaussées Poirée. Ce nouveau système supprimait les appuis fixes à construire de distance en distance dans la largeur de la rivière.

Cette disposition ingénieuse permettait, en cas de besoin, d'effacer complètement le barrage et de rendre la rivière tout à fait libre, avantage précieux qui venait se joindre à la grande commodité de la manœuvre.

M. Guillemain indique tous les détails de ce système et les variétés qu'a présentées son application. Il s'étend en particulier sur les divers modes d'échappement qui ont été imaginés par MM. Poirée fils et Michal, Chanoine, Kummer, Salmon ; sur les moyens de constituer le rideau de retenue et d'assurer son étanchéité, en insistant tout spécialement sur les stores d'étanchement de M. Caméré (barrage de Port-Villez) et les panneaux de M. Boulé (barrage de Port-à-l'Anglais). Il donne une méthode complète pour le calcul des fermettes, en tire des conclusions pratiques, et indique les principaux types qui ont été réalisés pour cet engin (fermettes de M. Poirée, de la Meuse ardennaise, de Martot, de la Meuse belge, de Port-à-l'Anglais, de Port-Villez), sans négliger les parties accessoires qui s'y rattachent (tourillons et crapaudines, barres d'attache, voie de fer de service, chaînes d'attache, etc....) Il fait connaître également la disposition qu'il convient de donner au radier. Enfin, il signale les avantages et les inconvénients du système des fermettes mobiles, tout en reconnaissant que les premiers l'emportent très notablement sur les seconds.

M. l'ingénieur en chef Tavernier a imaginé, pour le problème des barrages, une autre solution, dont le principe consiste à ne prendre sur le fond du lit qu'un simple point d'appui et à suspendre les pièces mobiles à une poutre supérieure au cours d'eau. Cette idée reçoit en ce moment au barrage de Poses, sur la Seine, une application sur une vaste échelle. MM. de Lagrené et Caméré ont imaginé, en vue de cette application, les dispositions de détail les plus ingénieuses.

Un autre système de barrage mobile, non moins classique aujourd'hui que celui de M. Poirée, est celui qui a été imaginé simultanément par M. l'ingénieur en chef Chanoine, et par

M. l'ingénieur Carro, et qui porte le nom du premier. Le principe de ce système réside dans l'emploi de vannes tournantes arc-boutées sur le radier. M. Guillemain consacre tout un chapitre à ce genre de barrage, épuisant le sujet dans ses moindres détails. La hausse, le chevalet, l'arc-boutant, la barre à talons, le radier font l'objet de paragraphes spéciaux fort étendus. L'auteur ici encore fait une judicieuse comparaison des avantages et des inconvénients du système. Il reproduit ensuite l'instruction qui a été rédigée sur la manœuvre des hausses mobiles à l'intention des barragistes de la haute Seine par M. l'ingénieur Lavollée. Enfin il décrit la modification apportée par M. l'ingénieur en chef Pasqueau au système Chanoine, en vue de supprimer l'emploi de la barre à talons, et l'application qui a été faite de ce système au barrage de la Mulatière sur la Saône.

La dernière catégorie de barrages examinée par M. Guillemain comprend les barrages à appareils mobiles mus par la chute elle-même. Après divers exemples d'appareils de faible ouverture, l'auteur fait la description et la théorie complète des grands barrages à tambours de M. l'inspecteur général Louiche-Desfontaines, dont on trouve un exemple remarquable sur la Marne, à Joinville-le-Pont. Enfin, il décrit sommairement les systèmes Girard (presses hydrauliques), Carro (sous-pression et vannes roulantes), Cuvinot, Maurice Lévy (hausse articulée), Boidot (hausses pivotantes).

Il clôt toutes ces considérations sur les barrages mobiles en indiquant leur mode d'utilisation en vue de l'établissement d'une retenue d'eau. Ce chapitre termine le premier volume qui contient en outre, à titre d'Annexes, le beau Mémoire de M. Lechalas sur *les rivières à fond de sable*, paru en 1871 dans les *Annales des ponts et chaussées*, et l'intéressant travail de Baumgarten sur *les rivières de la Lombardie*, paru en 1847 dans le même recueil.

Le tome II s'ouvre par la *cinquième partie,* qui a pour titre : *Des moyens de franchir les barrages.*

M. Guillemain commence par indiquer le procédé de la navigation par éclusées — qu'il ne faut pas confondre avec celui des écluses à sas. Le procédé des éclusées consiste à entraîner les bateaux par une brusque émission d'eau, une *lâchure,* pour employer le terme technique, produite par l'ouverture d'une passe dans un barrage mobile. Ce procédé, très économique, mais grossier, ne peut guère s'appliquer que pour le flottage au sujet duquel l'auteur nous donne tous les renseignements désirables

et qui est encore utilisé pour l'approvisionnement de Paris en bois de chauffage. La navigation par éclusées existe encore, pour le bassin de la Seine, sur la haute Yonne, le Beuvron, la Cure, l'Armançon et la Vanne.

Mais la navigation intérieure serait restée à l'état d'enfance sans l'invention des écluses à sas, " imaginées suivant les uns, importées suivant les autres, par Léonard de Vinci vers 1480 „, et qui " ont été appliquées pour la première fois en France aux canaux de Briare et du Languedoc dans la seconde moitié du XVIIe siècle „. Nous n'avons ici ni à décrire ces ingénieux appareils que tout le monde connaît, ni à insister sur les renseignements techniques très minutieux et très complets que M. Guillemain donne à leur endroit. Après avoir indiqué leur disposition générale, M. Guillemain décrit successivement, avec un très grand soin, chacune de leurs parties constitutives, de même que les ouvrages accessoires destinés aux manœuvres hydrauliques.

Il s'étend particulièrement sur la question des portes d'écluse, qui est délicate, et qui doit à M. Guillemain lui-même d'avoir fait un pas important. Après avoir décrit un grand nombre de types de portes très divers d'ailleurs, et fait nettement ressortir leurs qualités et leurs défauts, M. Guillemain fait observer qu'on ne discerne, dans leur ensemble, aucune règle commune, et se propose de montrer où lui semble être la vérité, tout en se déclarant prêt à reconnaître son erreur le cas échéant, ce qui est la marque du véritable mérite.

L'examen auquel se livre l'auteur à ce propos est très développé. Notre plus grand regret est de ne pouvoir, sous peine de donner à cette analyse des proportions tout à fait insolites, nous étendre sur ce sujet comme nous le voudrions. Nous nous bornerons à dire qu'après avoir énoncé les qualités que doivent présenter les portes d'écluse, M. Guillemain étudie successivement les moyens d'assurer chacune d'elles. Au sujet de la résistance des vantaux à la poussée de l'eau, il relate les remarquables et concluantes expériences auxquelles il se livra en 1879 avec le concours de MM. les ingénieurs Lavollée et Kleine. Il expose enfin sa méthode de calcul pour déterminer les dimensions des pièces, et condense ses conclusions en un résumé lumineux.

Les idées de M. Guillemain ont été appliquées à la construction des portes de l'écluse d'Ablon, sur la Seine, et du canal de l'Aisne et de la Marne. Jusqu'à ce jour, l'expérience les a pleinement confirmées. Tout fait prévoir que l'avenir leur réserve une complète sanction.

L'auteur dit encore quelques mots des portes à un seul vantail, dont l'usage commence à s'introduire chez nous ; puis il passe en revue les principales variétés d'écluses à sas qui fonctionnent sur nos rivières, ainsi que les divers types de ponts sur écluses, et indique les dispositions qu'il convient de donner aux abords des écluses.

M. Guillemain traite ensuite de la fondation des écluses à sas et autres ouvrages hydrauliques, d'abord par les procédés ordinaires appropriés aux diverses natures de terrain, puis au moyen de l'air comprimé.

Il est des cas où il y a avantage, au lieu de placer l'écluse sur le cours même de la rivière, à la mettre à côté, sur une dérivation pratiquée à cet effet. M. Guillemain consacre un chapitre aux dérivations éclusées, dont il fait connaître les dispositions générales, en insistant particulièrement sur l'établissement des ponts par-dessus ces dérivations.

La *sixième et dernière partie* du livre est relative aux *canaux*.

Il arrive parfois que les circonstances rendent impraticable la canalisation d'une rivière. On doit alors, pour répondre aux besoins de la navigation, créer à côté de cette rivière une voie artificielle, un *canal latéral*.

M. Guillemain commence par étudier les dispositions générales d'un canal : section, tracé et profil en long. Puis il aborde la question importante de la traversée des affluents. Cette traversée s'opère par deux procédés, soit par-dessus, soit à niveau. Le premier de ces procédés donne naissance aux aqueducs, lorsqu'il s'agit d'un passage de faible largeur, et aux ponts-canaux dans le cas contraire. M. Guillemain s'étend, comme il convient, sur la construction de ces sortes d'ouvrages. La construction d'un pont-canal ne diffère pas essentiellement de celle d'un pont ordinaire, aussi l'auteur renvoie-t-il, pour les règles à suivre, aux ouvrages qui traitent de cette matière. Le seul point spécial sur lequel il y ait lieu d'insister et auquel M. Guillemain s'attache, en effet, tout particulièrement, c'est le moyen d'assurer l'étanchéité de la cuvette. Il fait aussi remarquer qu'en raison du poids considérable qu'ont à supporter de pareils ouvrages, il est indispensable que leur fondation soit tout à fait sûre. Comme exemple de pont-canal en fonte, il décrit celui de Barberey, sur la haute Seine ; comme exemple de pont-canal en tôle, celui de l'Albe; enfin, comme exemple de pont-canal mixte en métal et maçonnerie, celui de la Charité, à Charenton.

Il est évidemment beaucoup plus économique de traverser les

affluents à niveau; mais une telle solution n'est acceptable que lorsqu'il s'agit d'une rivière canalisée d'un régime presque aussi sûr que celui d'un canal. L'auteur cite les traversées de la Loire à Châtillon et à Decize, celle du Libron par le canal du Midi.

Il se livre ensuite à un examen approfondi des déperditions d'eau dans les canaux. Il les range en trois classes : déperditions apparentes, telles que les consommations d'eau par les éclusées, les fuites sur des points déterminés; déperditions non apparentes, telles que l'évaporation et la filtration, les pertes par fausses manœuvres ou pour réparation d'avaries; déperditions douteuses, telles que celles qui proviendraient du mouvement des ports, des différences de longueur dans les biefs et de chute dans les écluses, de l'effet des écluses échelonnées.

Cet examen lui permet d'aborder la question capitale de l'alimentation des canaux latéraux. Après avoir étudié la répartition des ressources alimentaires sur une ligne navigable, il indique les conditions d'établissement de la prise d'eau principale à l'origine du canal, et des prises d'eau secondaires sur son parcours.

Pour ce qui est de l'expulsion des eaux, l'auteur décrit les diverses sortes de déversoirs qui sont en usage.

En outre des canaux latéraux qui assurent les communications fluviales à l'intérieur d'un même bassin, on construit des canaux dits *à point de partage*, qui font communiquer deux vallées avoisinantes par leurs parties supérieures. En France, l'auteur cite comme canaux de ce genre ceux de Briare, du Midi, de Saint-Quentin, du Centre, de Bourgogne, du Nivernais, du Berry, du Rhône au Rhin, de Bretagne, des Ardennes, de la Sambre à l'Oise, de la Marne au Rhin, de l'Est. M. Guillemain signale, comme une lacune regrettable, l'absence de communication par canaux entre les bassins de la Charente et de la Garonne d'une part et le bassin de la Loire de l'autre. Des études sont poursuivies dans ce sens (Pièce A, § III des Annexes).

La question de l'alimentation, déjà fort importante lorsqu'il s'agit des canaux latéraux, prend un rôle prépondérant pour les canaux à point de partage. M. Guillemain la traite en détail. La grosse difficulté réside surtout dans l'alimentation du bief de partage. Les eaux pérennes offrent une première ressource, à la vérité, le plus souvent assez précaire. A défaut d'eaux pérennes, il faut emmagasiner les eaux d'hiver dans des réservoirs. Enfin, si la solution des réservoirs échappe, on est forcé de recourir à l'emploi de machines qui remontent l'eau perdue ou la puisent à

des sources inférieures. Ayant, par un examen détaillé de ces diverses questions, fait sentir l'intérêt qu'il y a à réduire autant que possible la consommation d'eau des écluses, M. Guillemain indique diverses solutions qui ont été proposées pour effectuer cette réduction: bassin d'épargne, flotteur de M. de Béthancourt, système de M. le marquis de Caligny.

Pour opérer à la fois l'économie de l'eau et la diminution du temps consacré au passage des écluses, on a imaginé de puissants engins qui, en effectuant le transport mécanique de bateaux d'un bief à l'autre, permettent d'accroître notablement la hauteur de chute entre ces biefs. Ces engins sont les plans inclinés et les élévateurs. Ils constituent les plus récents progrès qui aient été réalisés dans la construction des canaux.

Comme exemples de plans inclinés transportant les bateaux à sec, M. Guillemain décrit ceux du canal Morris et de l'Oberland prussien, et, comme exemples de plans inclinés guidant sur leurs rails des sas roulants dans lesquels les bateaux flottent et s'éclusent tantôt dans le bief supérieur, tantôt dans le bief inférieur, il décrit ceux de Blackhill et de Georgetown.

Quant aux élévateurs hydrauliques, M. Guillemain fait connaître ceux du Great Western et d'Anderton. On trouve, en outre, parmi les Annexes de la fin du volume, des rapports de MM. Edwin Clark et Cadart, ingénieur des ponts et chaussées, sur l'accident survenu en 1882 à l'élévateur d'Anderton et une Notice développée de M. Gruson, ingénieur en chef des voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais, sur l'ascenseur des Fontinettes, actuellement en construction sur le canal de Neuffossé à Arques, près Saint-Omer.

Après ces descriptions, M. Guillemain se livre à un examen critique très minutieux des avantages et des inconvénients de ces divers modes de transport mécanique, et conclut que leur emploi doit être limité aux cas où une chute brusque est commandée par la disposition des lieux, ou par une communication directe à établir entre deux lignes navigables voisines.

Il aborde ensuite la construction des canaux à point de partage. Il commence par indiquer, d'après Brisson principalement, les règles à suivre pour fixer le tracé aux environs du bief de partage. Il aborde ensuite la question des terrassements, en insistant sur tous les soins qu'exige leur exécution. Il s'étend sur les travaux d'étanchement, dont on conçoit à première vue toute l'importance, en indiquant les solutions appropriées aux diverses espèces de sols.

A titre de complément nécessaire des canaux, M. Guillemain

s'attache ensuite aux réservoirs. Après quelques considérations générales à leur sujet, il donne les règles de la construction des barrages qui servent à les constituer. Envisageant en premier lieu les barrages en terre, il montre comment on en arrête les dispositions générales ; il indique les divers modes de revêtement dont on y fait usage et les soins spéciaux auxquels on doit s'attacher pendant leur exécution. Il examine aussi tous les ouvrages accessoires qu'ils comportent, tels que prises d'eau, bondes de fond, bassins de décantation, déversoirs. Il cite, en particulier, les prises d'eau de Montaubry et de Pauthier, le déversoir du Tillot, le déversoir-siphon de Mittersheim qui réalise une ingénieuse conception de M. l'ingénieur en chef Hirsch. Pour éclairer la question, M. Guillemain donne une idée de ce qui se pratique à l'étranger, en décrivant certains types de digues tirés de l'Angleterre, de l'Inde, de Ceylan.

Comme barrage mixte en terre et maçonnerie, il prend l'exemple de la digue de Saint-Ferréol (réservoir d'alimentation du canal du Midi).

Pour les barrages en maçonnerie, l'auteur, après avoir exposé les généralités qui s'y rapportent, fait une étude consciencieuse de la résistance de ces ouvrages, étude qui repose, il est vrai, sur des principes assez hypothétiques, mais qui fournit néanmoins d'utiles indications au point de vue général. M. Guillemain tire également d'utiles enseignements de l'examen des conséquences de certains accidents, tels que ceux des digues de Puentès, du Plessis, de Sheffield, de Tabia, de l'Oued Fergoug. Il déduit de tout ce qui précède les règles qui peuvent servir à la détermination de la forme des murs, insiste sur la nécessité de la mise en charge progressive des maçonneries, et traite ensuite des ouvrages accessoires. Il dit enfin quelques mots de la décantation des réservoirs naturels et des souterrains.

Un dernier chapitre est consacré à l'entretien et à l'exploitation des canaux. L'auteur décrit les opérations du curage, du faucardage, entrant à leur égard dans tous les détails pratiques nécessaires. Il examine aussi le rôle des plantations, et rend compte des conditions dans lesquelles doit se pratiquer le chômage. Enfin, envisageant l'exploitation des canaux sous le rapport des mesures sur lesquelles l'administration a une action directe, il examine successivement ce qui a trait au matériel flottant, aux dispositions propres à faciliter l'embarquement et le débarquement des marchandises, aux mesures d'ordre et de police destinées à assurer le fonctionnement des canaux.

M. Guillemain termine par une comparaison entre les che-

mins de fer et les canaux au point de vue économique. Il constate que la faveur dont les premiers jouissent auprès de l'opinion publique a déterminé chez eux des perfectionnements qui en ont fait un merveilleux instrument de transport, mais il estime qu'il est désirable que des améliorations soient aussi apportées à notre système de canaux. Les avantages de ce mode de transport sont, en effet, incontestables dans certaines conditions que l'auteur énonce, et dont il faut avant tout, dans chaque cas, bien se rendre compte.

En somme, les canaux présentent, selon M. Guillemain, " des avantages précieux, dont une exploitation intelligente arrivera à profiter mieux qu'on ne le fait aujourd'hui; mais ils ne sauraient infirmer cette vérité que les canaux ne peuvent pas lutter partout avec les chemins de fer, et qu'il ne faut pas les faire sortir du milieu qui leur convient. Leur établissement serait une perte pour la fortune publique, partout où le transport ne serait pas notablement au-dessous des prix applicables aux chemins de fer; une fois que les circonstances locales ont justifié leur création, l'économie dans le fret est la première chose à obtenir, en s'efforçant d'ailleurs d'y joindre la sécurité et la régularité, autant que faire se peut. „

Le volume est complété par une série d'annexes fort intéressantes que nous nous bornerons à mentionner.

L'annexe A se compose d'*études techniques et administratives pour l'établissement de grands canaux de navigation*. La première, très développée, due à M. l'ingénieur en chef Flamant (1), a trait au canal du Nord sur Paris; la seconde, de M. Jollois, se rapporte au projet d'un canal reliant la région houillère et industrielle de Saint-Étienne avec le canal latéral à la Loire et avec le Rhône ; la troisième, extraite d'un rapport de M. l'inspecteur général Simonneau, indique sommairement les divers projets de canaux qui ont été mis en avant pour la jonction de la Garonne à la Loire.

L'annexe B comprend les documents sur les élévateurs hydrauliques, dus à MM. Edwin Clark, Cadart et Gruson, dont nous avons déjà parlé plus haut.

Enfin l'annexe C contient des renseignements divers sur les canaux.

(1) Auteur du traité de *Résistance des matériaux* que nous avons analysé dans la livraison de janvier 1887.

Pour terminer cette analyse, nous résumerons en quelques mots l'impression que nous avons ressentie en lisant avec toute l'attention qu'il mérite le bel ouvrage de M. Guillemain.

Ayant eu l'honneur d'être, à l'École des ponts et chaussées, l'élève de l'éminent inspecteur général, nous avons conservé un souvenir vivace de son enseignement si clair, si méthodique, si attachant, tout imprégné d'un jugement si droit, d'une critique si sage, d'un esprit de déduction si prudent et si réservé. M. Guillemain possède plus qu'aucun autre l'art de toujours tenir son auditeur sous le charme de sa parole, de ne jamais laisser l'intérêt s'alanguir, art difficile en de telles matières. Ce qui domine surtout en lui, c'est cet imperturbable bon sens qui ne le laisse jamais s'égarer en des théories aventurées. M. Guillemain n'est point un homme à systèmes, un homme à idées préconçues. Il ne se hasarde jamais. Ses assertions sont toujours scrupuleusement pesées avant d'être formulées et, là où l'expérience n'a pas encore permis d'avancer une opinion bien assise, solidement échafaudée, il se tient sur la réserve; il indique bien, sans doute, ce qui lui paraît le plus probable, mais il ne manque pas d'insister sur l'incertitude qui entoure encore le sujet, et il s'en remet au temps, le grand éducateur, pour fixer la vérité dans l'avenir. M. Guillemain ne se contente donc pas d'exciter l'intérêt de ses auditeurs, ce qui déjà est bien; il leur inspire confiance, ce qui est mieux.

Ces éminentes qualités du professeur se retrouvent tout entières dans son livre, qui est, nous l'avons dit, la fidèle reproduction de son cours. Ajoutons qu'en celui-ci le classement des matières est fait avec le plus grand soin. Les divisions sont nettes et se prêtent admirablement aux recherches. Chaque chapitre est précédé d'un sommaire, indiquant le développement du sujet paragraphe par paragraphe, et chacun de ceux-ci porte, imprimé en larges caractères, un titre qui en marque la substance.

A tous les points de vue donc, l'œuvre de M. Guillemain s'impose aux ingénieurs, et nous avons l'absolue conviction que l'appréciation que nous avons portée ici n'est que l'imparfaite expression de leur opinion unanime.

MAURICE D'OCAGNE.

VII

Atlas des missions catholiques..., par le R. P. O. Werner, S. J., traduit de l'allemand, revu et augmenté par M. Valérien Greffier. Fribourg en Brisgau, B. Herder, 1886.

Au moment de s'élever au ciel, le Seigneur ordonna à ses disciples d'aller dans l'univers entier et de prêcher l'Évangile à toute créature; les apôtres obéirent à cet ordre, et *profecti prædicaverunt ubique*. Durant dix-huit siècles, leurs successeurs, fidèles au précepte du Maître, n'ont cessé d'étendre les domaines du royaume de Dieu. Le monde romain était plongé dans l'idolâtrie, ils l'ont rendu chrétien ; ils ont également converti les barbares qui détruisirent l'empire de Rome. Par leurs paroles et leurs exemples, ils ont peu à peu adouci les mœurs, aboli l'esclavage, fait renaître les lettres, les sciences et les arts, créé des établissements de charité; en un mot,c'est aux missionnaires chrétiens que l'Europe doit sa civilisation actuelle. Quand les croisades eurent rouvert l'Orient au zèle des chrétiens, deux ordres religieux nouvellement établis, les franciscains et les dominicains, se répandirent en Asie et en Afrique pour y annoncer la bonne nouvelle. Les premiers pénétrèrent jusqu'en Chine, où ils fondèrent l'évêché de Cambalu (Péking). La découverte de l'Amérique et celle du nouveau chemin des Indes développèrent encore l'esprit de prosélytisme dans l'Europe catholique, et un nouvel ordre, celui des jésuites, se faisant tout à tous, d'un côté organisa l'enseignement chrétien et lutta contre la réforme, et de l'autre augmenta le nombre des missionnaires chez les nations idolâtres.

Les missions se multipliant de plus en plus, le pape Grégoire XV institua en 1622, pour leur donner une direction plus régulière, une congrégation spéciale, la Propagande, à laquelle cinq années après Urbain VIII adjoignit un collège où des jeunes gens de diverses nations se préparent à l'exercice de l'apostolat. Saint Vincent de Paul établit en 1638 les prêtres de la mission connus sous le nom de Lazaristes, et en 1664 le P. Bernard de Sainte-Sabine, évêque de Babylone, fonda la congrégation des Missions étrangères d'après le plan proposé par le P. Alexandre de Rhodes, célèbre missionnaire de la compagnie de Jésus.

Il n'entre pas dans notre plan de parler ici des diverses asso-

ciations, congrégations, etc., qui surgirent pour former des missionnaires et favoriser les missions; mais nous devons citer l'œuvre de la Propagation de la foi, fondée à Lyon en 1822, et dont Dieu a visiblement favorisé le succès et le développement. Ses revenus, recueillis sou par sou, sont depuis plus d'un demi-siècle une des principales ressources des missionnaires.

Depuis longtemps, tous ceux qui s'intéressent à la religion et à ses progrès désiraient avoir un ouvrage où il leur fût possible de suivre son expansion continue dans le monde barbare et idolâtre. Il existait, il est vrai, des cartes isolées de quelques missions particulières; l'excellente revue, *les Missions catholiques*, avait même publié un " Planisphère des croyances religieuses et des missions chrétiennes " ; mais personne jusqu'ici n'avait entrepris de donner un ouvrage d'ensemble où l'on pût voir et étudier la hiérarchie des nombreuses missions dont l'Église a couvert le monde. Aujourd'hui cette regrettable lacune a été comblée par la publication du *Katholischer Missions-Atlas* paru en 1885 et rédigé par le R. P. O. Werner S. J. Ce travail, répondant à un véritable besoin, a été rapidement enlevé, quoique tiré à un grand nombre d'exemplaires, et une nouvelle édition revue et améliorée a été publiée. C'est sur la seconde édition qu'a été faite la traduction française dont nous nous proposons d'entretenir un instant les lecteurs de la *Revue*.

L'ouvrage est divisé en deux parties: vingt cartes très bien faites, très claires et coloriées avec soin, et une notice explicative en 43 pages et plusieurs tableaux. Celle-ci offre le plus grand intérêt: elle commence par une statistique générale de la population catholique du globe, dont voici le résumé :

PARTIES DU MONDE	SUPERFICIE	POPULATION	CATHOLIQUES
Europe (sans l'Islande et la Nouv. Zemble)	9 730 576 k. car.	328 000 000	153 837 535
Asie	44 580 850 "	796 000 000	9 234 000
Afrique	29 823 253 "	206 000 000	2 656 000
Amérique	38 473 138 "	102 000 000	51 033 790
Océanie	8 952 855 "	4 300 000	672 000
Terres polaires	4 478 280 "	850 000	?
Total	136 038 872 "	1 437 150 000	217 433 325

Le nombre des catholiques atteint donc à peine quinze pour cent de la population de la terre. Ce nombre si minime étonnera sans doute plusieurs de nos lecteurs. Toutefois on le compren-

dra si l'on considère qu'abstraction faite des mahométans, des hérétiques, des schismatiques et des juifs, il se trouve encore en Asie, en Océanie, en Amérique, et surtout en Afrique, d'innombrables idolâtres. Mais, tandis que les dissidents sont divisés à l'infini, ces deux cent millions de catholiques forment un seul tout, et sont groupés en un corps admirablement organisé sous le successeur de saint Pierre.

Les tableaux joints à ces notices sont extrêmement remarquables, on y voit d'un coup d'œil le développement successif de la religion dans les divers pays évangélisés.

Le protestantisme resta longtemps sans songer à accomplir le précepte du Maître: Allez et enseignez. C'est seulement en 1647, près d'un siècle et demi après la révolte de Luther, que surgit en Angleterre la première société pour la propagation de l'Évangile. Elle fut suivie de beaucoup d'autres, chaque secte ayant les siennes. Les protestants des autres pays ont imité l'Angleterre, surtout dans les derniers temps. La plus importante de toutes ces associations est la Société biblique anglaise et étrangère *(British and Foreign Biblical Society)*, fondée à Londres en 1802, et qui, il y a dix ans, avait déjà jeté dans la circulation plus de quatre-vingt millions d'exemplaires de la Bible en deux cent vingt langues et dialectes différents. C'est que la parole morte est le fondement du protestantisme ; son grand moyen de propagande religieuse consiste surtout dans la distribution des Bibles, et dans l'érection d'écoles pour apprendre à lire ce livre sacré, traduit tant bien que mal en ces langues barbares. Il n'est donc pas étonnant que les peuples naïfs aient peine à comprendre l'arrivée de ses apôtres dans le pays. Voici ce que dit à ce sujet la femme d'un ministre protestant qui a accompagné son mari dans l'Afrique australe : " Pour autant que j'ai pu le savoir, ceux qui n'ont pas été à l'école de la mission commencent à comprendre que les missionnaires n'aiment pas la guerre ; cependant ils ne sauraient trouver la raison pour laquelle ces étrangers sont venus dans la contrée. Ils paraissent s'imaginer que c'est une nouvelle tribu qui, comme eux-mêmes, est venue s'établir là pour y chercher plaisir et profit. Ils les regardent comme des colons riches aux mœurs bizarres, aimant à chanter des hymnes et connaissant une grande quantité de *Monkwalla* (remèdes médicaux et magiques) et, ce qui vaut mieux, possédant beaucoup de calicot pour faire des cadeaux (1). "

(1) Mrs. Pringle, *Towards the Mountains of the Moon*, p. 257, citée dans l'*Academy*, May 31, 1884, nº 630, p. 379.

Nous ne pouvons nous empêcher d'ajouter au témoignage de cette bonne dame celui d'un protestant croyant, honorable entre tous, et que sa position élevée mettait à même d'apprécier la valeur du plus grand nombre des missionnaires protestants : " Il n'y a de vrais missionnaires que les catholiques; on en trouve toujours, tandis qu'il nous est très difficile d'avoir des ministres pour le service religieux de nos colonies. Puis la plupart de ceux qui y vont jettent le froc aux orties après quelques années de service, et cherchent un métier plus lucratif; ils nous reviennent gros et gras et la bourse bien garnie. Les missionnaires catholiques, au contraire, restent à leur poste et, si par hasard ils reviennent en Europe, c'est pauvres, malades et épuisés. „ Voilà ce que disait feu M. L., ministre des colonies en Hollande, à feu l'évêque d'Amorium, qui venait lui présenter ses respects avant de partir pour Suriname, où Pie IX l'envoyait comme vicaire apostolique. C'est de l'évêque lui-même que nous tenons cette appréciation du ministre.

Mais, si les missionnaires protestants ne récoltent guère de fruits religieux, beaucoup, ceux d'Angleterre surtout, se montrent très habiles à favoriser l'extension de la puissance et de l'industrie nationales. Ils en conviennent eux-mêmes d'ailleurs, et le Rév. J. Chalmers n'a pas hésité à dire à la séance de la Société géographique de Londres, le 17 janvier dernier, que le succès de l'annexion de la Nouvelle-Guinée est dû avant tout aux agissements des missionnaires anglais et de leurs évangélistes (= catéchistes) polynésiens.

Mais nous nous sommes laissé entraîner ; revenons à notre sujet.

Les cartes de l'édition française sont les mêmes que celles de l'édition allemande avec une seule modification. Le traducteur a omis les deux cartes donnant les missions de la compagnie de Jésus dans la partie nord-ouest de l'Amérique du Sud en 1751, et celle des missions du Paraguay en 1732; il a considéré que, si intéressantes qu'elles fussent sous le rapport historique, elles présentaient un intérêt trop rétrospectif dans un atlas tout moderne. Il les a remplacées par les cartes de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, qui sont plus conformes au but de l'ouvrage.

La première carte est une mappemonde donnant la distribution des catholiques sur toute la terre. Cinq couleurs indiquent leur nombre relatif dans les différentes régions; la gamme adoptée est rose, violet, carmin, bleu et jaune. A notre avis,

l'auteur eût mieux fait de prendre la succession des couleurs du spectre solaire; la lecture de la carte en eût été facilitée.

Les seconde, troisième et quatrième cartes sont nouvelles; les deux dernières donnent la hiérarchie catholique du Royaume-Uni. Nous avons vu avec plaisir qu'on a eu soin d'indiquer, en Écosse, les anciennes résidences épiscopales d'avant la réforme. La seconde carte représente, sur un double planisphère, l'état des missions en 1885 et en 1822, année de la fondation de l'œuvre de la Propagation de la foi, et montre l'extension prodigieuse qu'elles ont prise depuis cette époque. Plus de 270 évêchés, préfectures apostoliques et vicariats nouveaux ont été érigés par les souverains pontifes dans les pays hérétiques ou infidèles; le nombre des apôtres s'est merveilleusement multiplié, et les missions ne cessent d'être en progrès dans les cinq parties du monde.

La cinquième carte représente les royaumes scandinaves. On y trouve, outre les limites des vicariats, les différentes stations où il y a des églises ou chapelles catholiques. La carte est au 1/7 500 000; avec une échelle un peu plus petite, 1/9 000 000 par exemple, on aurait pu y ajouter avec leurs stations les vicariats de l'Allemagne septentrionale et de la Saxe, dont les cartes manquent dans cet Atlas.

Trois cartes sont consacrées aux missions du Levant; trois cartons y sont joints, donnant les limites des quatre délégations apostoliques, ainsi que les plans de Constantinople et de Jérusalem. Nous regrettons que ces cartes ne donnent pas les noms de *tous* les endroits où se trouvent des stations et des établissements catholiques. Ces lieux, souvent trop peu importants pour figurer sur les cartes ordinaires, doivent avoir leur place sur les cartes spéciales; mais l'échelle adoptée pour ces cartes est trop petite. D'ailleurs il serait très facile de gagner de la place : le carton des délégations apostoliques aurait pu être supprimé et remplacé par des cartons donnant plus de détails. Cette suppression n'aurait aucun inconvénient; les diocèses arméniens étant indiqués par des teintes plates, il suffit d'un simple filet de couleur pour les limites des délégations. Le plan de Constantinople, quoique d'un tiers plus grand que celui de l'Atlas de Stieler, a moins de détails. Il serait très facile d'y inscrire des chiffres indiquant la place des églises et des établissements catholiques; de plus, en reculant le plan d'une quinzaine de millimètres vers la droite, on pourrait y mettre San Stefano et Macrakjöi (et non *Macrakjöc,* comme donne la notice). Le plan

de Jérusalem serait à modifier, il est beaucoup moins soigné que le reste de l'Atlas; si nous ne nous trompons, l'hospice allemand (n° 14) est protestant; du moins, c'est dans ces parages que le frère Liévin place l'hôpital prussien et l'établissement des diaconesses prussiennes. Nous approuvons beaucoup le système de l'auteur de marquer par des couleurs et des soulignements différents les résidences des différents ordres religieux et les évêchés des différents rites orientaux; seulement, nous trouvons que ses couleurs sont souvent un peu trop pâles, plusieurs se distinguent avec peine pendant le jour, et se confondent totalement à la lumière artificielle. En outre, il faudrait employer sur toutes les cartes les mêmes couleurs et les mêmes soulignements pour indiquer les mêmes religieux et les mêmes rites. Dans l'Atlas actuel, on trouve sur la même feuille les jésuites marqués comme les maronites, les lazaristes comme les Syriens unis, etc.; c'est sur deux cartes différentes, il est vrai, mais elles sont placées côte à côte; une telle méthode ne peut que dérouter le lecteur.

Nous avons été très étonné de ne pas trouver sur la carte des Indes orientales la ville de Cranganore, qui fut pendant deux siècles le siège d'un évêché. Du reste, le pape ayant récemment établi la hiérarchie de l'Inde, la carte n° 9 devra subir des modifications dans une édition subséquente.

L'échelle de la carte de l'Indo-Chine est trop petite pour permettre les détails à l'intérieur du Tong-King. Tout le monde le regrettera, d'autant plus que ce pays est aujourd'hui en proie à une sanglante persécution. Pourquoi l'auteur n'a-t-il pas profité de l'espace plus grand que lui laissait la carte suivante (Chine occidentale) pour y inscrire les principales stations des quatre vicariats du Tong-King qui s'y trouvent?

La carte de l'Afrique change de jour en jour, grâce à de nouvelles découvertes. Ce n'est pas seulement la partie géographique qui se modifie, c'est aussi la division ecclésiastique par suite des travaux des missionnaires. En outre, il est probable que les limites des vicariats apostoliques deviendront peu à peu celles des possessions européennes dans le continent noir.

Nous dirons peu de chose des cartes de l'Amérique, de l'Australie et de l'Océanie; elles sont parmi les meilleures de l'Atlas. Signalons, en passant, une faute d'impression que nous avons remarquée dans le tableau du développement de la hiérarchie catholique en Australie, et d'après laquelle la partie méridionale du continent australien aurait appartenu de 1845 à 1847 au vicariat apostolique des îles de la Sonde.

Les diocèses du Brésil et ceux des républiques espagnoles ne dépendant pas de la Propagande, la carte de l'Amérique méridionale ne se trouve pas dans l'Atlas. Nous espérons qu'elle prendra place dans une nouvelle édition. Ces contrées comptent encore un grand nombre de peuples assis à l'ombre de la mort, et la Propagande y a fondé récemment une préfecture apostolique sur le bord de la rivière des Amazones, ainsi qu'un vicariat et une préfecture dans la Patagonie.

Finissons par une remarque que nous soumettons à l'appréciation de l'auteur. Son but, comme il le dit dans sa préface, a été de tracer l'organisation ecclésiastique des pays de mission soumis à la sacrée congrégation de la Propagande. " Il nous a été impossible, ajoute-t-il, de donner place à toutes les stations pourvues de missionnaires; nous avons dû nous contenter d'indiquer les plus importantes. Dans beaucoup de missions, en effet, le nombre des chrétiens est si considérable que leur énumération eût exigé beaucoup de cartes spéciales, et considérablement augmenté le prix de l'ouvrage. „ Nous comprenons ces raisons, tout en regrettant leur conséquence; mais, dans les cartes actuelles, rien n'indique ces stations; un moyen facile pour les faire connaître serait de les souligner sur toutes les cartes par une même couleur, autre que celle qui sert à désigner les résidences des évêques. L'utilité pratique de l'ouvrage serait ainsi augmentée de beaucoup. Une note ou un signe quelconque ajouté à la carte indiquerait si les stations sont au complet ou non.

Nous avons été peut-être un peu long dans ce compte rendu; le lecteur nous pardonnera, en songeant à l'importance de l'œuvre du P. Werner. Nous avons cru devoir signaler quelques légers défauts, faciles à corriger, et suggérer quelques améliorations qui à notre avis augmenteraient la valeur de son ouvrage, déjà excellent, et dont, nous en sommes convaincu, la traduction française aura autant de succès que l'original allemand.

Dr Louis Delgeur.

VIII

Exposition universelle d'Anvers 1885; rapports des membres du jury international des récompenses : *Les produits chimiques et pharmaceutiques,* par M. Fr. De Walque, professeur à l'Université de Louvain; Bruxelles, 1886; in-8°, 208 pages.

Ce livre est un tableau fidèle de l'état actuel de l'industrie chimique; il abonde en appréciations judicieuses et en renseignements intéressants. L'éminent professeur passe successivement en revue les principaux produits de la grande et de la petite industrie chimique, les produits divers, les couleurs et les matières colorantes, les eaux minérales et les produits pharmaceutiques des divers pays. Voici, d'après ce rapport, quelques-uns des progrès les plus marquants, récemment réalisés dans ces industries.

Produits chimiques proprement dits. — La pyrite grillée, résidu de la fabrication de l'acide sulfurique, est utilisée maintenant comme minerai de fer dans les hauts-fourneaux. L'acide sulfureux pour les chambres de plomb est, du reste, obtenu aujourd'hui en quantité notable par le grillage de minerais sulfurés autres que les pyrites, notamment de la blende (à Stolberg, à la Vieille-Montagne, etc). Quant au soufre d'Italie, son emploi dans la fabrication de l'acide sulfurique est à peu près abandonné.

Pour la fabrication du sulfate de soude et de la soude par le procédé Leblanc, l'emploi des fours tournants tend à se répandre, principalement en Angleterre et en France ; certains de ces fours sont chauffés par des gazogènes avec récupérateurs. L'acide chlorhydrique, sous-produit de cette fabrication, est condensé presque totalement et utilisé en grande partie, concurremment avec l'acide sulfurique, pour le traitement des phosphates et particulièrement des laitiers des convertisseurs Thomas. La plupart des fabriques de produits chimiques se sont en effet adjoint dans ces dernières années la fabrication des superphosphates pour l'agriculture, matière fertilisante dont l'emploi a pris une extension considérable.

Le procédé Solvay pour la fabrication de la soude fait une concurrence de plus en plus désastreuse au procédé Leblanc; et il le détrônera complètement le jour, qui n'est peut-être pas bien éloigné, où l'on aura trouvé le moyen pratique de retirer

des sous-produits (chlorure calcique) l'acide chlorhydrique ou le chlore libre.

Pour la fabrication des chlorures de chaux, le procédé Weldon est aujourd'hui généralement suivi ; celui de Deacon a été abandonné en France et en Belgique.

On continue à s'occuper beaucoup de la récupération des sous-produits de la fabrication du coke métallurgique (goudron et ammoniaque).

De nouveaux appareils ont été imaginés pour l'élévation des liquides : ce sont les pulsomètres à air comprimé, n'ayant pour tout organe mobile qu'un clapet, et les émulseurs aspirants ou refoulants. L'émulseur refoulant est basé sur le principe suivant : Si, dans un tube en U à branches inégales contenant un liquide, on vient à insuffler de l'air comprimé par un petit trou au bas de la grande branche, on émulsionne le liquide qui s'y trouve ; ce liquide devenant ainsi moins dense, le niveau d'équilibre s'élève dans cette branche. On conçoit qu'au lieu d'insuffler de l'air, on puisse aspirer par le haut (émulseur aspirant).

Sels de Stassfurt. — On a reconnu que le gisement de Stassfurt s'étend sur une grande partie de la vaste plaine du nord de l'Allemagne. Le sel gemme s'y présente parfois sous des épaisseurs de plus de 1000 mètres. Les sels potassiques (carnallite, kaïnite, etc.), se rencontrent principalement dans la poche Stassfurt-Egeln : la carnallite est reconnue sur une longueur de 35 kilomètres et une largeur qui atteint en certains endroits 25 kilomètres (entre Western-Egel et Aschersleben).

La production de carnallite ($MgCl_2$, KCl, 6 aq) a été en 1884 de 740000 tonnes ; ce sel renferme 13 à 18 p. c. de KCl et se vend en moyenne 1 fr. 25 les 100 kilos.

L'extraction de kaïnite (K_2SO_4, $MgSO_4$, $MgCl_2$, 6 aq) a été, durant la même année, de 207000 tonnes, renfermant 24 p. c. de K_2SO_4 et valant 2 fr. 10 les 100 kilos.

La plus grande partie de la kaïnite et du chlorure potassique extrait de la carnallite dans les trente-quatre fabriques des environs de Stassfurt, est utilisée comme engrais, principalement en Allemagne, dans l'Amérique du Nord, en Angleterre et en Écosse, en France et en Belgique. Le chlorure potassique sert aussi pour la fabrication du nitrate, du carbonate, du chromate et du chlorate potassiques, de l'alun, etc. Il faut citer encore, comme produits accessoires de l'industrie de Stassfurt, les sels de magnésium, le brome, l'iode, etc.

Maltose. — Le maltose est un sucre résultant de la saccha-

rification des matières amylacées sous l'influence du malt (procédé Dubrunfaut-Cuisenier). Il se présente en masse cristalline ou en sirop; son goût est très agréable : il ne rappelle en rien celui des glucoses fabriqués à l'acide, lesquels renferment toujours de la dextrine et un peu de sulfate de chaux.

Beaucoup de brasseurs substituent aujourd'hui en grande partie le maltose au malt. Tandis qu'avec ce dernier l'on n'obtient que 50 à 70 p. c. d'extrait, le maltose permet d'en obtenir 71 à 72 p. c. La levure fournie par le maltose est de toute première qualité, et la fermentation marche parfaitement.

L'avantage résultant de l'emploi du maltose serait peut-être plus grand encore dans les distilleries. On n'y retire guère que 70 à 75 p. c. de l'alcool théorique, par suite d'une saccharification incomplète : or la saccharification du maltose peut s'effectuer avec une production de 94 à 98 p. c. en sucre.

Aseptol. — L'antiseptique connu vulgairement sous ce nom, ou encore sous celui de **sulfocarbol,** est de l'acide orthoxyphénylsulfureux, C_6H_4 OH SO_2 OH. Sa constitution est parallèle à celle de l'acide salicylique, C_6H_4 OH CO OH. L'un et l'autre dérivent du phénol, C_6 H_4 OH H ou C_6 H_6 O.

L'aseptol s'obtient en mélangeant à froid de l'acide sulfurique concentré avec du phénol ou de l'acide phénique. C'est donc un phénol acide.

Il est très stable, cristallisable à 8°, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et la glycérine. Il se présente ordinairement sous forme d'un liquide huileux, un peu coloré, à odeur faible, rappelant celle de l'acide phénique, mais moins désagréable; il est peu acide et nullement caustique.

Ce produit possède des propriétés antiseptiques remarquables, analogues à celles des acides phénique et salicylique ; il est surtout antifermentescible. Il est moins toxique que l'acide phénique, et il a encore sur lui l'avantage de la solubilité. L'acide salicylique ne l'emporte sur l'aseptol que par l'absence d'odeur et de saveur.

Glycérine. — Jusqu'ici, la glycérine des graisses employées dans la fabrication du savon était complètement perdue. On est enfin parvenu à l'isoler, en traitant préalablement la graisse, additionnée d'une petite quantité de gris de zinc, par de la vapeur d'eau sous pression : on obtient ainsi, d'une part, des acides gras, mélangés d'un peu de composé zincique et très faciles à transformer ensuite en savon ; d'autre part, des eaux glycériques, que l'on concentre jusqu'à la densité de 1,24 (28° B) pour les livrer ensuite aux raffineurs.

Le raffinage de la glycérine, tant de celle des fabriques de stéarine que de celle des savonneries, se fait par entraînement au moyen de vapeur surchauffée et par évaporation dans le vide.

Extraits tannants. — On emploie de plus en plus dans la tannerie l'extrait de Quebracho : près de 2000000 de kilogr. de ce bois arrivent annuellement en Europe; il contient de 16 à 23 p. c. de tanin. On consomme de 1/2 à 1 kilo d'extrait par peau. Il paraît que l'économie de temps et d'argent est considérable.

Pepsine, pancréatine, peptones. — On sait que les matières albuminoïdes des aliments introduits dans l'estomac y sont, par le fait de la digestion, sous l'action du suc gastrique et de ferments divers, transformées en une substance plus hydratée, soluble et incoagulable par la chaleur, appelée peptone. On est parvenu à retirer du corps des animaux quelques-uns de ces principes capables de peptoniser les substances albuminoïdes, notamment la pepsine, que l'on extrait de l'estomac, et la pancréatine qui est fournie par le pancréas.

Le pouvoir digestif de la pepsine dépend du régime de l'animal dont elle provient : plus celui-ci est carnivore, plus sa pepsine est active. Une des meilleures est la pepsine du porc. Cette substance se trouve dans le commerce sous forme d'extrait, sous forme granulée, en paillettes, etc. On a aussi des vins et des sirops pepsinés.

La pancréatine se prépare de même sous des formes diverses.

La peptone, aliment azoté tout digéré d'avance, est fabriquée aujourd'hui dans de vastes usines par l'action de la pepsine ou de la pancréatine sur les viandes ; elle se présente sous forme de poudre, sirops, vins, chocolats, etc. Les peptones du Dr Kochs, préparées près de Buenos-Ayres, se conservent sans altération et sont entièrement solubles dans l'eau : elles contiennent 46 p. c. d'albumine peptonisée.

J.-B. André.

IX

Histoire du Cartésianisme en Belgique, par l'abbé Georges Monchamp, professeur de philosophie au séminaire de Saint-Trond. Bruxelles, 1886, F. Hayez.

C'est toujours faire œuvre utile que d'étudier le développement de l'esprit philosophique dans une nation et d'y suivre les progrès de l'intelligence humaine. La pensée des autres sert souvent de contrôle à nos propres conceptions, et la vue des écarts dans lesquels sont tombés nos devanciers peut nous faire éviter les mêmes écueils. Tel est aussi le but et l'objet du livre de M. l'abbé Monchamp, qui a pour nous un intérêt spécial, puisqu'il remet sous nos yeux une page intéressante de l'histoire de la philosophie en notre pays.

Qu'était la philosophie en Belgique, avant l'introduction du cartésianisme? L'auteur nous le dit au début de son livre. En dehors des écoles, qui n'étaient autres que les couvents, les séminaires et l'université de Louvain, l'influence de la philosophie n'était pas très considérable. On y professait généralement les doctrines péripatéticiennes, et dans la plupart des questions on ne s'écartait guère d'Aristote. A Louvain, toutefois, surtout en dehors de la faculté des arts et principalement dans celle de médecine, la liberté de penser était plus absolue. Il suffira de rappeler la parole de Juste-Lipse : " Je vénère les découvertes et ceux qui les font, comme on doit vénérer des hommes qui sont nos guides et non nos maîtres. „ Quant à l'enseignement proprement dit, il était le plus souvent fidèle aux doctrines de l'école, mais on y remarque une certaine tendance au scepticisme; on s'occupait des questions les plus minutieuses et, en somme, l'enseignement revêtait une forme peu sérieuse.

Parmi les philosophes qui n'occupaient pas de chaire dans les établissements d'instruction publique, nous ne voyons cités que Guillaume Menneus et J. B. Van Helmont.

C'est en 1617 que Descartes entre en relations avec un Belge du nom d'Isaac Beeckman. Quelques années plus tard, nous voyons le philosophe-soldat porter les armes sous un général choisi parmi les hommes de guerre les plus renommés de la Belgique. C'est un Belge aussi, Reneri, qui lui donne l'idée d'écrire ses *Météores,* et qui le premier professe franchement la philosophie cartésienne.

Toutefois Descartes rencontra dans notre pays de sérieux contradicteurs, et le *Discours sur la méthode* devait donner lieu, entre le philosophe français et Libert Froidmont, professeur d'Écriture sainte à l'université de Louvain, à une controverse chaude et serrée, à laquelle ne tarda pas de prendre part un jésuite de Louvain, le P. Ciermans. Celui-ci adressa à Descartes une appréciation générale de son ouvrage, et une critique détaillée sur sa théorie de la nature de la lumière et des couleurs.

Les observations faites à Descartes ne portaient alors que sur des points particuliers. Mais telle était la connexion entre les diverses parties de son système, qu'on ne pouvait l'ébranler sur un point sans atteindre du même coup tous les autres. C'est ce qui ressort de la lutte que commença en 1638 contre la physiologie de Descartes un Hollandais, Vopiscus-Fortunatus Plempius, professeur de renom à l'université de Louvain.

L'allié naturel du cartésianisme en Belgique fut le jansénisme. Car, — c'est Richard Simon qui nous l'apprend, – tous les théologiens de Flandre amis ou disciples de Jansénius ont pris ouvertement le parti de Descartes, et se sont déclarés avec beaucoup de chaleur contre Aristote et ses partisans. C'est qu'en effet il est un point capital du système de Jansénius qui établissait un lien naturel entre sa doctrine et celle de Descartes : la tendance de l'évêque d'Ypres " à anéantir l'homme sous la main de Dieu, à donner tout à la grâce qui opère tout en nous sans nous (1). "

L'université de Louvain, grâce à Plempius, se montrait toujours hostile aux idées nouvelles ; mais en 1646 Van Gutschoven, qui avait eu des rapports personnels avec le philosophe français, y fut nommé professeur, et compta parmi les chefs du mouvement cartésien, auquel se joignit aussi quelques années plus tard son frère Guillaume.

En dehors de l'Université, Caramuel, au nom de la foi, rejetait Aristote; les jésuites, au contraire, ici comme à Rome, furent les premiers à lutter contre Descartes à visière baissée, et le P. Compton entre autres, en attaquant le maître, visait aussi ses disciples de l'université de Louvain. Arnold Geulinck venait d'y remplacer dans la chaire de philosophie Guillaume Philippi, qui exerça une immense influence sur la propagation du cartésianisme en Belgique. Digne de celui qui l'avait formé, Geulinck

(1) Bouillier. t. I, p. 432, cité par M. Monchamp.

dirigea tous ses coups contre la physique péripatéticienne, et poursuivit l'école d'incessantes plaisanteries. Quant aux professeurs, il ne les épargna pas ; car il avait pour principe de ne s'inquiéter ni des éloges, ni des critiques ; celles-ci surtout, il croyait les devoir mépriser hautement. Elles ne lui firent d'ailleurs pas défaut ; Plempius, Froidmont et d'autres prirent la défense de l'antiquité contre un novateur trop audacieux.

Jusqu'ici nous n'avons assisté qu'à des luttes individuelles, ce sont maintenant les autorités qui interviennent. Le 1er juillet 1662, l'internonce Jérôme de Vecchi envoya une lettre à la faculté des arts, où non seulement il lui reprochait de permettre qu'on enseignât la philosophie cartésienne, philosophie pernicieuse à la jeunesse, mais dans laquelle il lui demandait qu'une ordonnance émanée de la Faculté écartât des promotions ceux qui seraient trouvés sectateurs de cette doctrine. La Faculté n'osa dire qu'elle empêcherait les cartésiens notoires d'être promus, mais elle avertit les étudiants que dans les écrits de Descartes " on trouve quelques sentiments qui ne sont pas suffisamment conformes à la saine et ancienne doctrine de ladite faculté des arts. „ Le zélé prélat ne s'en tint pas là : le 27 août, il s'adressa au recteur magnifique pour obtenir de lui une mesure hostile à l'enseignement d'un des membres de la faculté de médecine, et la faculté de théologie, consultée à ce sujet, porta la première condamnation des principes cartésiens émanant d'une université catholique.

Les partisans des nouvelles doctrines tentèrent alors de mettre dans leurs intérêts l'autorité civile, tandis que Vecchi, par ses rapports à Rome sur la situation de l'école et les progrès de la nouvelle philosophie, préparait le décret de la congrégation de l'Index prohibant certains ouvrages de Descartes.

Un an s'était à peine écoulé que la publication de la *Physique* de Philippi donna l'occasion aux cartésiens de Louvain de chanter l'hymne du triomphe en l'honneur des nouvelles doctrines : mais il convient de noter qu'en changeant certains points, en expliquant certains autres, le cartésianisme s'était fait orthodoxe.

M. Monchamp continue ses recherches minutieuses dans l'histoire philosophique des ordres religieux où Descartes, à cette époque, comptait à la fois de chauds partisans et de sérieux contradicteurs. Ces derniers surtout se recrutèrent chez les jésuites et les récollets fixés à Liège.

La mort, qui à deux ans de distance vint enlever Gérard Van

Gutschoven et Plempius, et mettre fin à leur querelle scientifique, ne put enrayer la marche progressive du cartésianisme à l'université de Louvain ; la presque totalité des professeurs de philosophie avait adopté l'explication cartésienne des accidents eucharistiques, ce qui impliquait qu'au fond ils étaient partisans de la physique de Descartes et de son mécanisme. Cela ne veut pas dire cependant qu'on n'y rencontrât plus de professeurs vigoureusement opposés aux cartésiens, mais ce n'étaient plus que des luttes d'individu à individu.

C'est à Jean Orsillon, curé de Sainte-Gertrude, dans la principauté de Liège, que revient l'honneur d'avoir combattu la philosophie de Descartes avec les meilleures armes, et de les avoir maniées avec l'adresse et l'élégance d'un homme rompu aux luttes de l'esprit. Plusieurs de ses coups ont porté juste, par exemple, quant à l'étendue essentielle, l'automatisme et l'argument *à priori* de l'existence de Dieu. A cette époque, le cartésianisme fut même en butte à la persécution, témoin le procès de Van Velden, professeur à l'université de Louvain, et les mesures prises contre les oratoriens de Mons.

Le livre de M. Monchamp se ferme par un exposé rapide de l'état du cartésianisme dans notre pays au XVIIIe siècle. En voici la conclusion : " L'œuvre de Descartes a laissé de profondes traces dans la philosophie contemporaine. C'est Descartes qui a donné un nouvel élan à l'étude de la logique critique et ouvert de nouvelles voies à la physique mathématique. „

Nous n'avons pas à entrer sur ce point en discussion avec l'auteur. Ce n'est ni le moment, ni le lieu d'examiner la valeur des services rendus par Descartes à la philosophie. Nous nous sommes contenté de faire du livre du savant professeur un exposé fidèle et succinct ; nous avons voulu donner une idée du soin qu'il a apporté à des recherches très longues et très approfondies sur l'histoire du cartésianisme en Belgique et de l'intérêt qui s'y attache. Ajoutons que ce mémoire a valu à son auteur le prix du concours à la classe des lettres de l'Académie royale, et que cette distinction était bien méritée.

Abbé Gabriel Van den Gheyn.

X

Premiers travaux sur l'histoire et les antiquités mexicaines. Codex Ramirez. Tovar. Acosta (1).

Des écrivains trop prudents ont demandé si une étude ethnologique sérieuse sur les Nahoas était bien possible, puisque tant de monuments ont disparu, et que les documents préservés sont d'une valeur douteuse. Nous croyons, nous, les annales aztèques aussi riches et aussi authentiques que celles de maint autre peuple (2). Avec des fables et des mythes cosmogoniques, avec des notions confuses sur les origines, les anciens documents contiennent, pour la période historique, des informations assez positives. Ces renseignements sont incomplets, la chronologie de quelques auteurs est pitoyable : à la bonne heure ; mais, en dépit des erreurs et des lacunes, l'Anahuac nous est incomparablement mieux connu que beaucoup de pays dont l'histoire est classique. Il suffira de citer ici les lettres de Fernand Cortès, Motolinia, Bernal Diaz del Castillo, le conquérant anonyme, le codex Ramirez, Sahagun, Oviedo, Muñoz Camargo, Ixtlilxochitl, Saavedra Guzman, Mendieta, Duran, Tezozomoc, et, parmi les ouvrages de seconde main, Gomara, Herrera, Torquemada, Betancourt, Siguenza, Clavigero et Veytia.

Les peintures historiques qui nous manquent se retrouvent traduites et interprétées dans ces ouvrages, et notamment dans l'*Historia de Indias* du père José de Acosta. De récentes découvertes ont révélé l'importance de ce livre au point de vue des antiquités mexicaines.

M. Biart a répété à ce sujet une assertion assez commune et que nous ne relèverions pas, si elle ne touchait qu'un point d'histoire littéraire ; mais il s'agit de " la meilleure de nos chroniques ", d'un " document typique et original " dont tous les historiens ont largement usé (3). " Acosta, dit M. Biart (4), a été accusé, non sans raison, d'avoir tranquillement copié Duran et

(1) Ces pages forment le complément du bel article sur *les Aztèques*, publié par le R. P. Gerste dans notre dernière livraison, pp. 209 et suiv.

(2) Cfr. Orozco y Berra, *Hist. antigua de Mexico*, t. I, p. 407. Chavéro, *Mexico á través de los siglos*, t. I, p. IV.

(3) Alfredo Chavéro, Manuel Orozco y Berra, José Ramirez, in *Crónica Mexicana escrita... por Tezozomoc*, édition Vigil, Mexico 1881, pp. 9 sqq., 163 sqq.

(4) *Les Aztèques*, p. VIII et 264 ; cfr. p. 274.

Tezozomoc, lesquels avaient eux-mêmes copié l'auteur anonyme du manuscrit connu aujourd'hui sous le nom de codex Ramirez. „ Et plus loin : “ Le jésuite Acosta avait copié, sans révéler à quelle source il puisait, le... codex Ramirez. „ Ces lignes dénotent une étude bien superficielle de nos sources historiques.

Avant l'importante communication de M. Bandelier et les notes de M. Icazbalceta (1), on pouvait méconnaître la filiation historique de nos premiers chroniqueurs. Mais aujourd'hui les points suivants semblent établis : Le *Codex Ramirez* est l'œuvre originale du jésuite Juan de Tovar; Acosta n'a pas copié Duran ni Tezozomoc; il s'en est tenu aux écrits de son collègue Tovar, avec la pleine autorisation de celui-ci et en le citant en toutes lettres. Ce même travail de Tovar *(Codex Ramirez)* ou, plutôt, les peintures historiques et les traditions qui en forment la substance ont servi de base aux histoires de Duran et Tezozomoc. Un mot d'explication est nécessaire.

Tovar ou Tobar (2), à qui une parfaite connaissance du Nahoa, de l'Otomi et du Mazahua valut le nom de Cicéron mexicain, nous apprend lui-même comment il écrivit son ouvrage. Le vice-roi Martin Enriquez, nous dit-il dans une lettre publiée récemment, fit réunir les dépôts de livres et de documents mexicains qui se gardaient encore à Mexico, à Tula et à Texcoco. Mis en possession de ce trésor, le père Tovar s'entoura de vieillards et des indigènes les mieux versés dans les hiéroglyphes. Leurs explications se trouvèrent être conformes. Tovar composa alors son histoire, dont il fit plus tard une seconde rédaction (3).

Un fragment de ce précieux travail, conservé dans la collection de M. Thomas Phillips (Middle-Hill, Essex) fut publié en 1860. Nous en copions littéralement le titre, sur le seul exemplaire qui nous soit connu (4) : *Historia de la benida de los Yndios á poblar á México de las partes remotas de Occidente, los sucesos y perigrinaciones del camino, su govierno, ydolos, y templos, dellos ritos y cerimonias, y sacrificios, y sacerdotes dellos fiestos, y bayles, y sus meses y calandarios de los tiempos, los Reyes que tuvieron hasta el postrero, que fue Ynga, con otras cosas curiosas, sacadas de los archivos, y tradiciones antiguas dellos. Hecha por el Padre*

(1) *Fray Juan de Zumárraga*, p. 266.

(2) Né à Texcoco, d'après Beristain, il aurait été chanoine, à Mexico, avant d'entrer dans la compagnie de Jésus en 1573. Il mourut en 1626.

(3) Icazbalceta, *Zumárraga*, pp. 264 sqq.

(4) Celui de M. Icazbalceta.

Juan de Tovar, de la Compañia de Jesus, inviada al Rey nro Señor, en este Original, de mano escrito (sic).

Pour n'avoir pas vu cet ouvrage ni les lettres qui l'accompagnent, M. José Fernando Ramirez est tombé dans d'étranges erreurs (1). Sans le réfuter ici, ni entrer dans d'autres discussions accessoires, nous pouvons avancer que le *Codex Ramirez* et la *Historia de la benida de los Yndios* sont une seule et même œuvre, et que cette œuvre appartient à Tovar. La seule inspection des textes impose cette conclusion, qui est celle de Bandelier et de Icazbalceta.

Revenons au P. Acosta, que l'on accuse d'avoir copié le *Codex Ramirez* sans le citer. Au livre VI, chapitre I de son Histoire, il dit à la lettre: " Pour ce qui regarde le Mexique, je suis communément Jean de Tovar, religieux de notre Compagnie (2). „ Or ce Jean de Tovar, nous le répétons, est précisément l'auteur du codex Ramirez, qui avait abandonné son manuscrit au père José de Acosta, comme il le dit lui-même expressément dans sa correspondance, et comme l'insinue clairement Dávila Padilla (3). Où est le plagiat ?

Ce sont là des faits signalés déjà en partie par Beristain (4) et Clavigéro, mis en lumière par la publication de la correspondance du P. Tovar, et qu'en 1885 il n'était plus permis d'ignorer.

Acosta recueillit donc les matériaux amassés et mis en œuvre par Tovar. Au surplus, il était lui-même un chercheur studieux; il étudia, par exemple, le *Codex Vaticanus* 3738, si important pour les antiquités mexicaines, et plus précieux à ce point de vue que le *Telleriano-Remensis* de la bibliothèque nationale de Paris; car celui-ci est incomplet.

En finissant, signalons comme prêtant plus ou moins à critique, ce que M. Biart avance sur le calendrier aztèque, sur les influences chrétiennes dans l'Anahuac, sur la moralité des prêtres des idoles, sur les *pierres des sacrifices*, et spécialement sur le *Cuauhxicalli* de Tizoc. Dans les bas-reliefs sculptés sur le pourtour du célèbre monolithe, M. Biart lit les victoires de l'empereur : ne sont-ce pas plutôt les danses sacrées qui, dans la

(1) *Crónica Mexicana escrita por Tezozomoc*, Advertencia, pp. 11 sqq.; cfr. p. 165.

(2) *Historia natural y moral de Indias*. Sevilla, Juan de Leon, 1590. Voyez aussi lib. VI, c. VII, p. 407.

(3) Crónica de la provincia Dominicana de Mexico, in *Crónica Mex.*, p. 11.

(4) *Bibliotheca hispano-americana*, t. I, pp. 9 sq.; t. III, p. 180. Amecameca 1885.

grande fête quadriennale du feu, précédaient immédiatement l'immolation des victimes ? Le plus qu'on doive accorder, c'est que les victimes étaient des prisonniers faits par Tizoc. Le savant auteur ajoute : " Il est prouvé aujourd'hui que, dans ces monolithes, il ne faut plus voir des autels à sacrifices. „ Nous croyons pouvoir établir, au contraire, que non seulement la cavité creusée au milieu du cylindre recevait les cœurs des victimes, mais que sur le Cuauhxicalli lui-même on achevait les malheureux à moitié brûlés et respirant encore. Sur cette question des sacrifices humains, M. Biart nous a paru plus exact et plus complet que la plupart des auteurs modernes. Que l'on nous pardonne de relever à ce propos une comparaison échappée à un écrivain infiniment estimable (1) : " L'introduction du christianisme et la suppression des sacrifices humains sont assurément à mettre à l'actif des conquistadores ; mais le souvenir des auto-da-fé vient malheureusement atténuer cet avantage, et rapprocher les distances, non pas entre les religions, mais entre les races. „ Le savant distingué qui a écrit ces lignes sera heureux qu'à l'encontre de ce rapprochement nous citions des chiffres exacts.

Les documents relatifs à l'inquisition mexicaine sont conservés et bien connus. Nous avons examiné, dans la bibliothèque nationale de Mexico, les relations manuscrites des auto-da-fé du 22 mai 1785 et du 21 juin 1789. Les actes officiels de tous les autres audo-da-fé (sauf deux) ont été minutieusement dépouillés par M. Joaquin Garcia Icazbalceta, qui est la loyauté et l'impartialité mêmes. Or veut-on savoir combien ce relevé a fourni d'éxécutions capitales, depuis la conquête jusqu'à la suppression du tribunal? Quarante et une — et plusieurs d'entre elles pour des crimes que nos lois actuelles puniraient sévèrement.

Nous devons ce détail à M. Icazbalceta, et nous ne doutons pas de son exactitude. Mais, quand même il y aurait erreur et qu'il fallût décupler le nombre, il n'y a rien de commun ici avec les sacrifices monstrueux des Aztèques. M. Arcelin (2) rappelle que la dédicace du grand temple de Huitzilopochtli à Mexico fut marquée par l'immolation de 72 344 victimes. Nous ne répondons pas de ce chiffre; mais il est constaté que, même dans les années ordinaires, le nombre des esclaves et des enfants sacrifiés s'élevait à plusieurs milliers dans l'Anahuac.

(1) Adrien Arcelin, *Revue des questions scientifiques*, t. XIII, janvier 1883, p. 263.

(2) *Ibid.*, p. 261.

En résumant les impressions que nous a laissées le livre de M. Biart, nous regrettons certains jugements précipités, des appréciations inexactes. Mais il faut aussi rendre hommage à l'intérêt, à la clarté, au mérite réel de cet ouvrage. Plusieurs écrivains ont dénigré le Mexique, et des esprits éminents désespèrent de l'avenir de la race indigène. M. Biart a été autrement juste et perspicace. Il expose impartialement le passé, et sur l'avenir, sur la réhabilitation des Indiens, il écrit une page pleine de haute et ferme raison. Quoique nous n'osions croire à la prochaine réalisation de ses espérances, nous croyons qu'avec leurs défauts héréditaires les Mexicains ont gardé les qualités qui élevèrent si haut leurs ancêtres. La décadence est peut-être plus apparente que réelle et elle n'est pas irrémédiable. Si les indigènes secouaient cette torpeur qui paralyse depuis trois siècles tout effort tenté en leur faveur, s'ils sortaient résolument de leur stoïque résignation ou de leur insouciance, ils pourraient prétendre aux grandes destinées où les appelle leur nombre comme les qualités physiques et intellectuelles de leur race.

A. Gerste, S. J.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ANTHROPOLOGIE.

—

Cavernes de Ffynnon Beuno et Cae Gwyn (1). — Ces cavernes, situées dans la petite vallée de la Clwyd, au nord du pays de Galles, ont été signalées pour la première fois en 1884 par M. H. Hicks, géologue distingué de la Grande-Bretagne. Les premières explorations sérieuses datent de l'été de 1885. Elles furent dirigées par MM. Hicks et Luxmoore, avec les fonds de la Société royale. Une commission composée de MM. Hughes, Hicks, Woodward, Luxmoore, Pennant et E. Morgan les continua en 1886, sous les auspices de l'Association britannique. Ces grottes sont en plein pays glaciaire. Le *boulder-clay* et les sables marins, témoins de la submersion de la région à l'époque glaciaire, tapissent tous les sommets voisins. Le remplissage des grottes est formé de différentes zones superposées. A la base on a rencontré un gravier d'origine locale; puis par-dessus, la terre rouge des cavernes, renfermant un grand nombre d'ossements quaternaires et quelques silex taillés par l'homme. Ce gisement

(1) *On some recent researches in cone-caves in Wales;* PROCEED. GEOLOGISTS ASSOCIATION, vol. IX, n° 1. — *On the Ffynnon Beuno and Gwyn caves,* GEOLOGICAL MAGAZINE, déc. III; vol. III; n. 12, p. 566, déc. 1886.

ossifère est généralement recouvert d'une couche de stalagmites intacte ou remaniée. Le dépôt se termine par du limon d'apport récent. Ces faits sont conformes à ce qui a été observé dans toutes les cavernes à ossements de la Grande-Bretagne. Mais il vient s'y ajouter certaines particularités, dues à la position des grottes en pays glaciaire et qui donnent un intérêt particulier aux explorations de M. Hicks. Sur certains points la terre à ossements paraît avoir été remaniée et mêlée à des matériaux glaciaires, galets striés, sable, etc. Sur d'autres, des alternances de sable et de terrain erratique ont recouvert tout le contenu des grottes. M. Hicks en conclut que l'homme et les animaux de la faune quaternaire ont habité ces grottes avant l'époque glaciaire et la grande submersion de l'Angleterre par suite d'un affaissement qui atteignit sur certains points près de 400 mètres au-dessous du niveau de la mer. Ces conclusions ont été combattues devant la Société géologique de Londres par MM. Evans et Boyd Dawkins, qui pensent que le *boulder-clay* a été amené des pentes voisines par les eaux atmosphériques et par le ruisseau qui coule au fond de la vallée, en sorte que le remplissage peut être de beaucoup postérieur à l'époque glaciaire. C'est tout à fait mon avis. Il y a en Angleterre deux jalons géologiques excellents : Le *forest-bed* qui représente les dernières formations pliocènes préglaciaires, puis les *river-gravels* qui constituent les premiers dépôts quaternaires postglaciaires. Entre les deux, l'époque glaciaire est représentée par le *boulder-clay*. Or la faune des grottes de la vallée de la Clwyd ne se rapporte ni au *forest-bed*, ni aux *river-gravels*. Elle paraît plus récente encore. On y trouve le lion, l'hyène, l'ours des cavernes, le grand cerf, le renne, le cheval, le rhinocéros tichorhinus et le mammouth. Mais il n'y a plus ni l'elephas antiquus, ni le rhinocéros Merckii représentés dans la faune de quelques cavernes de l'Angleterre. Les silex taillés parlent dans le même sens. Ce ne sont pas les types des *river-gravels*. M. Hicks a figuré un grattoir et une pointe retouchée d'un seul côté, comparables à ceux qu'on trouve à la base de nos gisements de l'âge du renne. Il me paraît donc nécessaire de chercher d'autres preuves moins discutables, pour affirmer que l'homme a vécu en Angleterre avant l'époque glaciaire des géologues. Jusqu'à présent, pas un fait certain ne milite, à ma connaissance, en faveur de cette opinion.

La grotte de Spy (1). — Dans une note rectificative adressée aux *Matériaux*, les explorateurs de la grotte de la Bèche-aux-Roches, commune de Spy, MM. Marcel de Puydt et Lohest, constatent l'existence de deux niveaux archéologiques, l'un inférieur, avec sépulture néanderthaloïde et silex moustériens; l'autre supérieur, avec silex moustériens, os et ivoire travaillés et fragments de poteries. L'intérêt de ces fouilles consiste dans la présence simultanée, au même niveau, de l'elephas antiquus (?), du rhinocéros tichorhinus, d'un bâton de commandement, de plaques d'ivoire et de fragments de poterie, associés à des silex taillés du type moustérien. Comment se fait-il, si la poterie était réellement usitée à l'époque quaternaire, qu'on n'en trouve le plus souvent que des fragments isolés, comme à la grotte de Spy ?

La grotte de Marsoulas (Haute-Garonne) (2).—Cette grotte, dite Grotte des fées, est un long boyau, ouvert sur le trajet d'une faille, dans le calcaire à miliolites. Son explorateur, M. l'abbé Cau-Durban, y a constaté trois niveaux superposés de foyers, avec produits de l'industrie humaine associés à la faune quaternaire. Les foyers supérieurs ont fourni des os travaillés, percés de trous de suspension, ornés de dessins géométriques ou de figures d'animaux ; des grattoirs, des pointes de flèche en silex ; des burins et des pointes de sagaie en bois de renne. Les foyers moyens, les plus importants, renfermaient de beaux grattoirs et des perçoirs en silex, des pointes de flèche et de sagaie en os ; des os ornés de dessins géométriques et des bâtons de commandement. La faune comprend le renne, le cheval, le bœuf et le renard. Enfin, dans les foyers inférieurs, on ne trouve plus d'os travaillés, mais des grattoirs courts et des pointes rétaillées grossièrement d'un seul côté, ainsi que des galets ayant servi de percuteurs. M. l'abbé Cau-Durban, avec une prudence très louable, se borne à constater les faits, sans chercher à les rattacher à aucun des systèmes de classification proposés. On ne peut cependant méconnaître l'analogie des foyers supérieurs avec ceux de la Madeleine, ni les rapports des foyers inférieurs avec la zone la plus ancienne de Solutré.

(1) *Matériaux*, etc., n° d'octobre, 1886, p. 600.
(2) *Revue de Comminges*, 4e trim. 1886.

Puits préhistoriques d'extraction du silex (1). — Le bourg de Mur-de-Barrez (Aveyron) domine la vallée du Goul de 812 mètres d'altitude. On y trouve d'abondants gisements naturels de silex tongriens (miocène inférieur.) Au lieu dit de Bellevue, une carrière pour l'exploitation de la pierre à chaux a mis à découvert d'anciennes extractions de silex datant de l'époque néolithique. Ce sont des puits ouverts dans le calcaire et aboutissant aux bancs de silex exploités en galeries. M. Boule a donné dans les *Matériaux* des coupes de ces puits, dont la largeur était en moyenne de 2 mètres et la profondeur de 6 mètres. Ils paraissent avoir été creusés au moyen d'outils, pics et pioches, en bois de cerf, qu'on retrouve dans les déblais associés à des haches polies en andésite. Cette antique exploitation est analogue à celles qu'on a observées à Spiennes (Belgique), à Brandon et à Cissbury (Angleterre).

Fouilles dans le Turkestan (2). — M. le professeur Wessellousky vient d'opérer des fouilles aux environs de Samarcande et au nord du territoire de Faghana. Il a recueilli d'importantes collections d'inscriptions, d'objets en verre et de poteries ; des statuettes d'hommes et d'animaux, des sarcophages et des monnaies. Le Turkestan aurait été le foyer d'un développement artistique très remarquable avant la Grèce et l'Asie Mineure. Espérons que M. Wessellousky publiera bientôt le compte rendu de ses fouilles, et nous fera connaître l'état de civilisation des peuples aryens qui ont vécu dans cette région.

L'âge du cuivre en Mésopotamie (3). — M. Berthelot a étudié une figurine provenant des fouilles de Tello et représentant un personnage divin qui tient une sorte de pointe ou cône métallique. Elle porte le nom gravé de Goudeah ; c'est-à-dire qu'elle répond à l'époque la plus ancienne de la Chaldée. M. Oppert lui attribuerait une antiquité de 4000 ans avant notre ère. Elle est en cuivre sensiblement pur, et M. Berthelot se demande si l'étain n'arrivait pas jusqu'au golfe persique à cette

(1) *Matériaux pour l'hist. primit. et naturelle de l'Homme*, janvier 1887 ; p. 5.
(2) *Matériaux*, etc., décembre 1886, p. 591.
(3) *Matériaux*, etc., décembre 1886, p. 580.

époque, ou si un usage religieux prescrivait l'emploi du cuivre pur.

L'antimoine dans l'antiquité (1). — L'antimoine passe pour avoir été inconnu des anciens et découvert seulement au xve siècle de notre ère. Or M. Place a trouvé en 1864, sous les ruines du palais de Sargon à Khorsabad, un fragment de vase moulé en antimoine presque pur, et daté par des tablettes votives déposées là au moment de l'érection du monument, l'an 706 avant Jésus-Christ. Cette utilisation de l'antimoine métallique est un fait jusqu'à présent unique, excepté, paraît-il, au Japon. Cependant M. Berthelot pense que Pline et ses contemporains connaissaient l'antimoine métallique, qu'ils confondaient probablement avec le plomb. Ainsi nous sommes encore bien incomplètement renseignés sur la métallurgie des anciens et nous pouvons nous attendre à plus d'une surprise.

L'étain dans l'antiquité (2). — Jusqu'à ces derniers temps on ne connaissait pas d'autres gîtes d'étain un peu abondants en Asie, que ceux des îles de la Sonde et des provinces méridionales de la Chine.

D'après M. Germain Bapst, un voyageur russe, M. Ogorodnikoff, aurait appris des habitants de Méchel qu'il existait à 120 kilomètres de cette ville et dans divers points du Khorassan, des mines d'étain, actuellement exploitées. Ces renseignements seraient à contrôler. Mais M. Berthelot a fait observer qu'ils concordent avec un passage de Strabon (liv. XV, chap. II, 19) où il est question des mines d'étain de la Drangiane, région correspondant au sud du Khorassan, au-dessus d'Hérat, vers les limites occidentales de l'Afghanistan.

Ainsi M. de Mortillet se serait peut-être trop pressé d'attribuer aux habitants primitifs de l'Inde la découverte du bronze.

Les peuples finnois (3). — Les Finnois forment à côté des Basques, un groupe ethnique très intéressant. Ce sont des blancs

(1) *Revue scientif.*, n° 24; 2e semestre 1886; et *Matériaux*, etc., déc. 1886, p. 580.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, n° 5, 31 janvier 1886; et *Matériaux* etc., fév. 1887, p. 68.

(3) *Archives slaves de biologie*, Paris 1886, et *Matériaux*, etc., janvier 1887.

allophylles. M. Virchow établit trois divisions parmi les peuples finnois : les Esthoniens au sud, blonds, sous-dolichocéphales et dolichocéphales; les Finlandais, blonds et brachycéphales; les Lapons, bruns et brachycéphales. MM. de Quatrefages et Hamy comprennent aussi les Lapons dans le groupe finnois. M. Topinard les place parmi les Ostiaks, les Tchouvaches, les Tchérémisses, les Morduines, les Finlandais, les Esthoniens, les Livoniens, les Permiens de la Russie centrale.

D'après MM. Loven, Nordenson et G. Retzius, les Finnois auraient habité d'abord les rives de l'Oxus, de l'Axarti, de la mer Caspienne ; puis fuyant devant des invasions, ils se seraient répandus dans la région orientale de l'Oural, et plus tard en Finlande et en Laponie. Mais un certain nombre seraient revenus sur le Volga, la Dwina et même jusqu'aux monts Altaï.

Les Lapons, au contraire, seraient les restes d'une vieille population européenne. On trouve des crânes laponoïdes dans toute l'Europe occidentale. Ils ont occupé de vastes territoires de la Baltique aux monts Ourals. L'âge de pierre des pays lithuaniens et finlandais est attribuable aux Lapons. On a retrouvé un âge du bronze lapon dans le gouvernement de Viatka, près de Kargopol et dans le Finmark norwégien.

Devant quel élément les populations lapones ont-elles été refoulées dans le nord, à l'ouest comme à l'est de la Russie, avant l'introduction du fer ?

Pour M. Zaborowski, cet élément serait le peuple dont on retrouve les restes dans les Kourganes de la Russie et qu'il assimile aux Finnois, race de haute taille, au crâne lourd, allongé, voûté en toit, à face prognathe, mêlé, à une époque relativement récente, avec un élément brachycéphale, qui serait le peuple des grands Russes de race slave.

Ainsi il n'y aurait plus de race finnoise pure. Les peuples finnois diffèrent entre eux par la proportion ou la nature des éléments qui entrent dans leur composition. Ils n'ont, à part les Lapons et leurs parents immédiats, les Ostiaks et les Samoyèdes, qu'un élément commun. Cet élément est la race des Kourganes de la Russie.

C'est à ce peuple des Kourganes, qui, jusque dans les temps modernes, et pendant plus de mille ans, a dominé dans les plaines de la Russie, en y développant une importante civilisation, que conviendrait exclusivement, d'après M. Zaborowski, le nom ethnique de Finnois.

Origines américaines (1). — M. Beauvois a appelé l'attention sur certaines ceintures à pendeloques du Mexique, figurées dans la septième planche du *Codex Borgianus*, et montré leur analogie avec des ceintures à pendeloques de l'âge du bronze d'origine hongroise, celle de Billy, trouvée par l'abbé Bourgeois, une autre découverte en Russie, à Jouriev, gouvernement de Sousdal. Pour M. Beauvois, ces objets de provenance si diverse seraient le produit d'un même art. Il conclut à des relations déjà signalées par Worsaae, entre l'Europe et l'Amérique, à l'âge du bronze.

La métallurgie en Amérique (2). — Les Indiens de l'Amérique du Nord, à l'époque de la conquête, n'avaient aucune connaissance métallurgique. Ils employaient le cuivre à l'état natif et le travaillaient au marteau.

Cependant M. Paul du Chatellier signale les traces, découvertes dans le Michigan, d'un peuple de métallurgistes antérieur à l'arrivée des Européens. L'extraction du minerai se faisait à l'aide de ciseaux en cuivre et de marteaux en pierre. Le minerai était traité par l'eau et le feu. On a retrouvé, à Milwaukee et dans d'autres localités du Michigan, des masses de cuivre fondu, accompagnées de nombreux objets en pierre et en cuivre.

L'homme quaternaire américain (3). — Les trouvailles relatives à l'homme quaternaire se multiplient, paraît-il, en Amérique. La Société d'anthropologie de Washington a reçu récemment plusieurs communications à ce sujet. M. Mac Bee a présenté une pointe d'obsidienne trouvée au cañon Walker (État de Nevada), associée à des ossements d'*Elephas americanus* et d'*Equus americanus*. Il reste à savoir si cette faune doit être considérée comme synchronique de notre faune quaternaire européenne.

Les Sambaquis du Brésil (4). — On donne le nom de Sambaquis, au Brésil, à des amas de coquillages analogues aux kjœkkenmœddings du Danemark et aux shell-mounds de l'Amérique du Nord. Ces amas ont parfois 6 à 7 mètres de hau-

(1) *Matériaux*, etc., déc. 1886, p. 575.
(2) *Matériaux*, etc., février 1887, p. 84.
(3) *Matériaux*, etc., février 1887, p. 84.
(4) *Archivos do museu nacional de Rio de Janeiro*, vol. VI, 1885.

teur et couvrent des milliers de mètres de superficie. Les habitants du pays les exploitent pour la fabrication de la chaux. Les uns sont formés de coquilles d'eau douce appartenant aux genres Castalia, Anodonte, Hyria, Unio ; on les observe en grand nombre le long du fleuve des Amazones et de ses affluents. D'autres ne renferment que des coquilles marines des genres Ostrea, Venus, Fusus et Faciolaria. Outre les débris de coquillages, on trouve dans les Sambaquis du Brésil quelques rares ossements de mammifères et de poissons d'espèces vivantes, des débris de poterie, des armes en pierre et des ossements humains. Ces derniers, étudiés par MM. de Lacerda et Peixoto, appartiennent à une race dolichocéphale, au front déprimé, à la face largement développée, représentant un type très inférieur. D'après M. Peixoto, les Botocudos actuels se rapprocheraient par la face des hommes des Sambaquis et, par le crâne, de la race de Lagoa Santa. Ne seraient-ils pas le résultat d'un croisement entre ces deux races?

Poteries antiques du Brésil (1). — Les poteries funéraires recueillies en grand nombre vers l'estuaire des Amazones, dans les grottes de Maraca, dans l'île de Marajo et dans celle de Pracoval ont fourni à MM. Hartt et L. Netto, la matière de mémoires extrêmement intéressants sur l'art indigène des temps antérieurs à la conquête. Ces poteries, par leurs procédés de fabrication, par leurs formes variées et leur décoration polychrôme, témoignent d'un art avancé et d'un goût artistique remarquable. Les urnes funéraires proprement dites, où les ossements des morts étaient conservés après un décharnement préalable, offrent les plus beaux spécimens de cette industrie. Des ornements en méandres gravés ou peints, la figure humaine et les types d'animaux les plus variés forment la base de la décoration. Le règne végétal n'y est pas représenté. Ces beaux vases étaient souvent renfermés dans d'autres vases de fabrication plus grossière, et enterrés dans des collines artificielles, élevées pour cet usage et formant de vastes nécropoles. Aux vases se trouvent associés divers objets en terre cuite, tels que pesons de fuseaux, disques, bobines, pipes. Les pipes des Amazones sont très simples et ne présentent pas la décoration si variée des pipes des mounds de l'Amérique du Nord. Il n'y a pas un seul instrument de pierre dans les tertres funéraires. Les

(1) *Archivos do museu nacional de Rio de Janeiro*, loc. cit.

roches dures faisant défaut dans la contrée, on se servait exclusivement d'outils et d'armes en matières organiques.

Signalons un de ces rapprochements si fréquents entre l'Europe et l'Amérique. Quelques urnes funéraires de Marajo et de Pracoval sont décorées d'une figure humaine, et rappellent exactement certains vases anthropomorphes de la colline d'Issarlik ou de l'Allemagne du Nord, ou même certaines sculptures des grottes néolithiques de la Marne.

L'âge de la pierre au Brésil (1). — Si les instruments de pierre font défaut dans les tertres funéraires dont nous venons de parler, on les trouve abondamment répandus ailleurs. D'après M. le D. Netto il n'est pas possible d'établir plusieurs périodes dans l'âge de la pierre brésilien. Les instruments en pierre polie ou en pierre éclatée se trouvent partout mêlés ensemble sans qu'on puisse établir que les uns sont plus anciens que les autres. On y trouve toutes les formes connues ailleurs et quelques types particuliers au pays. Outre les hachettes et les pointes de lances et de flèches on fabriquait encore en pierre dure, des racloirs, des grattoirs, des polissoirs, des pilons avec leurs mortiers, des disques, des pierres de fronde, des amulettes et enfin un ornement de lèvre, particulier aux vieilles populations brésiliennes, connu sous le nom de pierre à lèvres ou Tembeta, sorte de baguette, plus ou moins longue, qui s'insérait dans la lèvre inférieure. Aujourd'hui les sauvages mahués possèdent encore un ornement semblable; mais ils le portent suspendu au cou.

Les roches employées au Brésil étaient, par ordre de fréquence, la diorite, le quartzite, le gneiss, la fibrolithe, la syénite, la néphrite et le porphyre.

M. Netto fait remarquer que, tandis que la jadéite était assez commune au Mexique, elle paraît remplacée au Brésil par la néphrite. Faut-il penser, comme on l'a suggéré, que néphrite et jadéite ont été importées d'Asie en Amérique? Mais alors on les trouverait mêlées ensemble aussi bien au Brésil qu'au Mexique. Leur mode de distribution semble indiquer, au contraire, que ces roches sont de provenance locale. Si leurs gisements américains sont encore inconnus, il ne faut pas en être trop surpris, en songeant aux vastes solitudes qui restent à explorer.

A. Arcelin.

(1) *Archiv. do museu nac. de Rio de Janeiro,* loc. cit.

ETHNOGRAPHIE ET LINGUISTIQUE.

Bibliothèque ethnographique. — Sous ce titre, MM. Maisonneuve et Ch. Leclerc, éditeurs de la Société d'ethnographie de France, ont entrepris la publication de petits volumes in-18 ressemblant, par le format, le but de vulgarisation, la modicité de leur prix, à ceux de la *Bibliothèque utile* de Germer Baillière. Les premiers volumes ont paru dès 1885; aujourd'hui sept ont vu le jour, cinq doivent suivre très prochainement, et une quinzaine d'autres sont en préparation. En tout cas, il y a des données suffisantes pour faire apprécier aux lecteurs de la *Revue* l'esprit, la valeur scientifique et l'intérêt plus ou moins grand de ces nouvelles publications.

Avant tout, le lecteur doit savoir que l'œuvre est placée sous la direction de M. Léon de Rosny, secrétaire de la Société d'ethnographie de Paris, l'un des orientalistes les plus féconds et les plus infatigables. M. de Rosny aura la grande part dans le travail. Sur les sept volumes parus jusqu'ici quatre sont sortis de sa plume. Parmi les collaborateurs, citons MM. Castaing, vice-président de la Société d'ethnographie, Léon Feer et Jules Oppert, professeurs au Collège de France, Carnot de l'Institut et O. Houdas, professeur à l'École des langues orientales vivantes.

Le but poursuivi par M. de Rosny est assurément méritoire. L'ethnographie étant devenue aujourd'hui l'indispensable auxiliaire d'un grand nombre de sciences historiques et naturelles, il est grandement désirable que des notions générales, exactes et précises soient à la portée des travailleurs. Mais, si le but est des plus recommandables, que penser du moyen mis en œuvre pour le réaliser? Est-ce bien dans de petits manuels, dans de rapides résumés, que l'homme de science ira puiser les données ethnographiques dont il aura besoin pour ses déductions? Je l'avoue sans détour: tout en possédant les volumes de la nouvelle bibliothèque ethnographique, ce n'est pas là que j'irai chercher la solution de mes doutes ou acquérir les connaissances nécessaires. Pour ne donner qu'un exemple, quand j'ai eu à me renseigner sur les *Populations danubiennes*, je me suis adressé au grand ouvrage de M. de Rosny et non pas à son petit volume sur les *Romains d'Orient*. Il faut donc le déclarer franchement, aux hommes d'étude la publication de la bibliothèque ethnographique n'apportera pas grand secours : c'est à la vulgarisation

que se restreint toute son utilité, et, à ce point de vue, nous ne méconnaîtrons pas que l'œuvre nouvelle peut rendre service.

Après ces préliminaires sur le caractère général de l'entreprise de M. de Rosny, essayons de caractériser sommairement chacun des volumes publiés jusqu'à présent. Il y a d'abord les *Premières notions d'ethnographie générale,* où l'on trouve assez bien de considérations inutiles, par exemple celles qui concernent l'humanité dans ses rapports avec l'univers, et où plusieurs renseignements importants, ceux de la méthode ou de la critique scientifique en ethnographie, de la valeur des arguments ethnogéniques, font absolument défaut. Puis, on doit relever bon nombre de propositions choquantes : l'infinité de l'univers qui se confond avec les lois éternelles, l'ignorance de l'homme par rapport à ses origines et à ses fins, ignorance qui sera comblée, — M. de Rosny l'espère, — par le progrès de l'astronomie, le désaccord de la Genèse avec la science sur l'antiquité de l'homme, l'origine du langage donné comme un perfectionnement du cri.

M. A. Castaing a écrit son *Ethnographie de la France* pour les écoles: le titre même nous l'apprend. Il est donc équitable de la juger seulement comme livre classique.

L'auteur parle successivement du territoire et des époques ethnographiques, des habitants préhistoriques, des Gaulois et des Celtes, des peuples antiques (Phéniciens, Libyens, Sicanes, Ligures) ; des Francs, des Français, de leur langage, de leur mouvement social, moral et politique. En général, les assertions sont exactes et assez précises. Pourtant trop d'hypothèses sont présentées comme faits acquis; nous n'oserions pas dire non plus que l'auteur a choisi toujours la théorie la plus plausible. Enfin, il faut signaler certaines assertions contestables. M. Castaing traite d'aveugles déclamations les récents articles sur la dépopulation de la France ; on voudrait pouvoir être de son avis, mais la triste réalité s'impose. Il y a aussi une allusion en faveur de l'instruction obligatoire, dans cette phrase: “ Le peuple ne s'instruit que lorsqu'il y est forcé. „ On admettra difficilement cette exagération manifeste que Notre-Dame de Paris “ a fourni le modèle de toutes les cathédrales de l'univers „.

Les deux autres volumes dont la *Bibliothèque* s'est enrichie en 1885 portent sur l'ethnographie du Siam et sur celle de la Roumanie. Ils ont pour auteur M. de Rosny. Nous avons beaucoup de bien à dire de ces deux essais; et, surtout en faveur du premier, nous faisons des réserves sur la critique générale,

adressée à la collection, d'être trop sommaire et quelque peu superficielle. Le peuple siamois ou *thaï* est convenablement connu par la monographie de M. de Rosny; elle fournit en effet des renseignements complets et sûrs sur la population aborigène du Siam, ses éléments ethniques, leur somatographie et leur langage. Nous adressons les mêmes éloges à l'aperçu ethnographique sur les *Coréens*, paru en 1886. Du reste, M. de Rosny se trouve ici sur le terrain de ses études spéciales. On sent comme d'instinct que, pour tout ce qui touche à l'extrême Orient, il parle en maître. Quant à la Roumanie, nous avons dit, dans nos articles sur les *Populations danubiennes*, que nous ne saurions partager les vues de M. de Rosny sur le caractère celtique des Gètes et des Daces. La partie ethnogénique laisse d'ailleurs à désirer, et ne s'appuie pas assez sur une connaissance approfondie de l'antiquité classique et orientale.

L'*Ethnographie de l'Algérie* par M. O. Houdas, professeur à l'École spéciale des langues orientales vivantes, est un essai bien réussi. Comme nous n'avons pas encore rencontré l'occasion de parler de cette région dans nos bulletins, nous résumerons brièvement les deuxième et troisième chapitres. M. Houdas y groupe les données relatives à la population aborigène et aux divers éléments ethniques. On trouve en Algérie 900 000 Berbères purs ou proprement dits, 1 400 000 Berbères arabisés, 500 000 Arabes. Par le mélange des Français et d'autres Européens, surtout des Italiens, il s'est formé un nouvel élément ethnique dont les représentants se sont appelés du nom d'Algériens. Il faut encore mentionner quelques Nègres et les *Couloughlis*, métis issus de Turcs et de femmes indigènes. Les *Berbères* sont les descendants des Numides de l'antiquité classique, du moins ceux qui ont le type brun. Il y a en effet deux types: le type blanc, qui est en minorité, formerait la descendance des anciens Gétules et Libyens, modifiés, soit, comme le veulent les annales des rois numides, par une invasion d'Aryens, Mèdes et Perses (1), soit, d'après des auteurs arabes, par une migration chananéenne. Les Berbères sont de même race que les *Touaregs* du Maroc. La langue des Berbères est le kabyle qui fait partie du groupe chamitique; on y distingue le dialecte de Bougie, celui des Beni Menacer, le *chaouïa* et le *zenatia*, créés surtout par des modifications euphoniques.

Enfin le dernier volume dont il nous reste à parler est con-

(1) Cfr un article du colonel Pothier sur *Les Tumulus de la Daïa de Tilghemt* dans Revue d'ethnographie, t. V, n° 4, 1886.

sacré par M. Léon Feer au *Tibet*. Sans vouloir nier l'intérêt et l'importance de ce travail, nous regrettons qu'il soit si incomplet pour l'étude des races tibétaines. Deux chapitres sont dévolus à la géographie, un à l'histoire, deux à la religion, un aux mœurs et à la langue, un autre enfin à l'histoire. Après cela, il reste pour les populations un paragraphe de deux pages. C'est trop peu, d'autant plus que nous n'avons rien sur l'origine de la race tibétaine, ses affinités, son caractère spécial, ses divisions et subdivisions. Au point de vue ethnographique, le volume sur le Tibet est donc le moins réussi. Hâtons-nous d'ajouter que M. Feer, qui est un orientaliste éminent, donne des détails instructifs et intéressants sur la langue et la religion des Tibétains.

Nous avons exprimé notre avis sur la *Bibliothèque ethnographique* de M. de Rosny, très franchement mais sans parti pris. Nous souhaitons au contraire le meilleur succès à cette œuvre entreprise pour la diffusion des études ethnographiques auxquelles nous sommes tout dévoué.

Les Pygmées de la vallée de Ribas. — Dans la partie orientale des Pyrénées, la vallée de Ribas (province de Gerona, Espagne) a fourni au professeur Miguel Maratza une curieuse découverte ethnographique. Il a rencontré là un groupe assez nombreux d'individus nommés *Nanos*, " les nains ", par les autres habitants. La taille des Nanos ne dépasse pas $1^{m}10$ ou $1^{m}15$. Bien bâtis, ces pygmées, tout en ayant les extrémités petites, présentent, grâce à la largeur de leurs épaules et de leurs hanches, une apparence robuste.

Les caractères ethniques de ces nains les distinguent nettement des autres habitants. Tous ont les cheveux rouges, la face forme un carré parfait, les pommettes sont saillantes, les mâchoires fortes et le nez aplati. Les yeux, légèrement obliques, ressemblent à ceux des Mogols. Au lieu de barbe, il n'y a que quelques poils follets, la peau est flasque et pâle.

Les Nanos n'ont aucun rapport avec les autres habitants : ils vivent et se marient entre eux. Voilà comment la race s'est perpétuée pure de tout mélange ; malheureusement cet isolement les a laissés dans un état voisin de la barbarie. Ils n'ont aucune instruction, connaissent leur nom mais ignorent celui de leurs plus proches parents. M. Maratza affirme qu'ils n'ont aucune idée des nombres.

Les Batékés (1). — Les peuplades africaines désignées sous ce nom habitent dans le bassin de l'Ogooué la région arrosée par les affluents du Congo inférieur : elles sont disséminées sur une immense étendue de terrain. Les Batékés sont agriculteurs ; ils habitent dans des cases vastes et bien construites en feuilles de palmier et en lattes tirées de l'écorce très résistante du même arbre.

En général, les Batékés sont grands et maigres ; ils ont la peau extrêmement noire, les traits fins et purs. Ils se servent d'un idiome qui doit avoir de grandes affinités avec celui des peuples du haut Ogooué. Un fait qui le prouve, c'est que les Adoumas comprennent facilement les Batékés et s'en font aisément comprendre.

Si les Batékés sont agriculteurs, ce n'est que pour leur propre subsistance. Ils ont une industrie très renommée dans l'Afrique orientale, celle de la fabrication des armes. Ils ne produisent pas eux-mêmes le fer, ils l'achètent aux Obambas et aux Bakongas sous forme de cylindres ou de gros clous. Leurs couteaux et leurs sabres recourbés sont très bien travaillés, avec une poignée ornée de lamelles de cuivre et de laiton d'un bel effet. Ils font aussi des haches dont le fer est très mince, mais qui constituent des armes dangereuses. Signalons aussi un curieux instrument d'agriculture qu'on ne trouve que chez eux. C'est une palette de fer arrondie, large d'environ 15 centimètres et prolongée d'un côté en une pointe qui pénètre, à angle droit, dans un manche long d'à peu près 50 centimètres.

La condition de la femme est des plus misérables. Elle doit cultiver les plantations et prendre pour elle tous les travaux qui assurent l'existence. Le mariage est un achat qui se fait par la cession d'une certaine quantité de marchandises, dont les plus importantes sont le sel, le fer et les étoffes. Le sel est un grand article d'échanges. Pour s'en procurer, les Batékés ne reculent pas devant le trafic des esclaves, et leurs voisins, les Ballalis, acquièrent souvent un homme pour un paquet de sel d'environ trois kilogrammes.

Les rites funéraires des Batékés présentent quelques particularités curieuses. On enduit le mort d'une couche d'huile ou de peinture, des fétiches sont placés à ses côtés et enfin, après trois ou quatre jours, on procède à l'enterrement, qui se fait de nuit

(1) *Revue d'ethnographie*, t. V, n° 2, pp. 134-167. Article de M. Léon Guiral.

avec grand mystère. La tombe est un trou cylindrique profondément creusé, dans lequel le mort est déposé debout. Les Batékés n'ont pas de cimetières : rien n'indique au passant la place où des restes humains ont été déposés, si ce n'est, comme le dit le poète, l'herbe qui croît plus vigoureuse et plus verte.

Comme pour la plupart des peuples africains, la religion des Batékés consiste en un grossier fétichisme. Ils fabriquent leurs fétiches de cornes d'antilopes, auxquelles ils attachent cinq ou six peaux de petits mammifères. Ils remplissent ces peaux de compositions variées, dans lesquelles ils plantent quelques plumes d'oiseau de couleurs brillantes. Pour féticher un autre objet, on agite autour de lui une de ces cornes fétiches.

Ethnographie de Sarawak. — M. E. Cotteau, le voyageur bien connu, adresse les renseignements suivants sur les populations de cette contrée (1).

L'État indépendant de Sarawak est situé dans l'île de Bornéo. Il faut distinguer dans les éléments variés de sa population deux classes nettement séparées : les indigènes et les immigrés. Ces derniers sont les Malais et les Chinois, au nombre, les premiers de 67 000, les autres de 13 000. Les Malais de Sarawak sont venus de Sumatra, et, d'après leurs traditions, la génération actuelle serait la trente et unième depuis leur arrivée. Ils sont les maîtres de la côte.

Les tribus indigènes sont, d'abord, les *Milanos* (32 000) qui habitent la contrée plate située entre les rivières Réjang et Baram. Ils vivent de la culture et de l'exportation du *sagou,* fécule alimentaire extraite du palmier nommé *sagoutier.* Cette exportation va jusqu'à 20 000 tonnes par an. Les Milanos sont intelligents, leur couleur est plus claire que celle des autres aborigènes. Comme certains Indiens d'Amérique, ils déforment en l'aplatissant le crâne de leurs enfants. Les *Dayaks*, qui se séparent en deux branches, les Dayaks maritimes et ceux du haut pays, forment le fonds de la population primitive : leur nombre s'élève à 150 000 environ. Les Dayaks maritimes étaient jusqu'en 1848 de redoutables pirates : aujourd'hui ils s'occupent d'agriculture et recueillent les produits résineux des jungles. Ils sont plus avancés en civilisation que les Dayaks de l'intérieur, qui cultivent la terre par des méthodes primitives, et recueillent à peine ce qu'il leur faut pour vivre.

(1) *Revue d'ethnographie,* t. V, n° 3, pp. 262-271.

Outre les *Milanos* et les *Dayaks,* il y a encore les *Kayans*, les *Muruts* et les *Punans,* qui appartiennent du reste à la même race que les Dayaks. Les *Kayans,* qui occupent les rives du Réjang et du Baram sont industrieux, ils travaillent le fer que leur fournissent presque pur les roches dénudées par les torrents, et ils en font de bon acier. Les *Muruts*, qui sont agriculteurs, s'occupent aussi d'extraire le sel de l'eau de certains lacs. Quant aux *Punans*, ils sont encore au dernier degré de l'échelle sociale; ils ne cultivent pas la terre, ne bâtissent pas de maisons, vivent du produit de leur chasse et de fruits sauvages.

Les indigènes de Sarawak ont l'idée d'un Être suprême, ils croient aux esprits, à la vie future et admettent la métempsycose. Ils ensevelissent le mort avec ses armes et ses ustensiles, et placent des aliments aux environs de sa tombe. Leur système d'augures et d'aruspices aurait fait envie à l'ancienne Rome. Avant d'aller travailler aux champs, on observe le vol des oiseaux ; avant de procéder à une entreprise nouvelle, on tue assez souvent un porc, et c'est l'état des entrailles qui présage le succès ou l'insuccès.

Une nouvelle écriture chinoise. — M. Bourne, ancien consul anglais à Tchung-King dans le Sze-Tchuen, a pu sauver de la récente émeute dont il a failli être la victime et déposer au *British Museum* deux curieux manuscrits. L'un d'eux est un manuscrit en langue *lolo* (1), il couvre soixante-treize feuilles. L'autre, qui a treize feuilles, est dans un caractère jusqu'ici inconnu aux sinologues. M. Bourne pense que c'est l'écriture de la race des *Shans* (2), qui habitait le sud-ouest du Kueitchou. Cette tribu se donne le nom de *Shui-Kia* ou *Pushui*, c'est-à-dire " le peuple de l'eau ". Aussi un caractère hiéroglyphique qui représente l'eau se reproduit-il souvent.

Voici comment M. le professeur R. K. Douglas décrit la nouvelle écriture récemment découverte. " Les caractères sont des adaptations et des formes contractées des anciens symboles chinois ; il y a aussi des signes pictographiques qui n'ont rien de chinois ". D'autre part, M. Terrien de Lacouperie donne les renseignements suivants sur les *Shui-Kia* et leur système d'écriture (3).

(1) Sur les *Lolos*, voir notre bulletin d'avril 1885.
(2) Nous avons parlé des *Shans* dans notre bulletin de juillet 1885.
(3) *Academy*, 19 février 1887, p. 134.

La tribu des *Shui* appartient au rameau des *Peng* ou *Pan-hu*, fameux déjà dans les annales primitives du Céleste Empire. Cette race habitait jadis la Chine centrale. Graduellement poussés vers le sud, ceux de ses représentants qui ne voulurent pas se laisser absorber par les Chinois, ou qui n'avaient pas déjà émigré ailleurs, se réfugièrent dans les montagnes méridionales. De ce nombre furent les Shui-Kia.

Si les anciens documents ne disent nulle part que les Shui-Kia se servaient d'une écriture spéciale, ils attribuent cependant cette particularité aux *Yao-Jen*. Or, au témoignage de Min Siu, écrivain chinois du XVIIe siècle, les Shui formaient une division ethnique des *Yao-Jen*. M. Terrien de Lacouperie conclut en émettant l'opinion que le manuscrit des Shui-Kia se rattache par son écriture à la catégorie des livres appelés *Pang-pu*, ouvrages écrits en style *tchouen*, c'est-à-dire avec le caractère en usage sur les anciens sceaux chinois.

Service ethnologique du Bengale. — Nous sommes heureux d'apprendre qu'un service ethnologique du Bengale vient d'être formé sur les mêmes bases que celui qui fonctionne avec tant de succès, sous la direction de M. Powell, au *Smithsonian Institute*. Le service du Bengale est confié à M. H. Risley. On commencera par réunir, sous forme de glossaire ethnologique, tout ce que l'on connaît jusqu'à présent sur les tribus, les castes et les sectes. Puis, il sera procédé à une exacte classification des populations du Bengale d'après leurs affinités ethniques, et à une division précise des divers éléments qui ont concouru à former le peuple actuel. A cet effet, on espère les meilleurs résultats des mensurations anthropologiques qui ont été opérées dans les provinces du Nord-Ouest et du Centre (1).

Sur ce sujet, il est intéressant de citer quelques extraits d'une lettre adressée par Max Müller à M. de Risley, le nouveau directeur du service ethnologique du Bengale (2). Le savant professeur d'Oxford insiste d'abord sur la confusion que font trop souvent les ethnologistes entre les groupes linguistiques et les classifications ethniques. Il faut, sous peine de tomber dans de graves erreurs,

(1) Nous empruntons ces détails à l'adresse annuelle présentée par M. Atkinson, du service civil du Bengale, aux membres de la Société asiatique de Calcutta.

(2) Cette lettre se trouve *in extenso* dans le journal *The Academy*, n° du 25 décembre 1886, p. 430.

distinguer ces deux ordres de choses (1). Dans l'ethnologie indienne, il conviendra de séparer avant tout deux éléments principaux : la famille noire aborigène et ses conquérants au teint moins foncé. Dans ces deux groupes se sont infiltrées toutes les populations limitrophes : les Scythes du nord-ouest, les Mogols du nord-est, les Persans, les Grecs, les Romains, les Mahométans, les Afghans, les Européens. L'invasion de ces derniers ouvre le champ à une brillante étude sur le degré de persévérance des caractères ethniques dans une même race, la race aryenne, dont les représentants se rencontrent aujourd'hui dans l'Inde après tant de siècles de séparation.

M. Max Müller appelle toute l'attention des ethnologistes indiens sur la question des castes. On aurait tort de se fier aveuglément aux assertions des livres brahmaniques sur ce sujet, à l'exception toutefois des *Grihyasûtras* védiques, qui sont une source sûre. Enfin le savant professeur d'Oxford met en garde contre la tendance assez générale aujourd'hui à voir du *totémisme* et du *fétichisme* dans toutes les manifestations religieuses des races inférieures. Avant de conclure en ce sens, il importe d'avoir une description scrupuleuse et une idée très exacte du caractère de ces manifestations. Un exemple fera comprendre cette nécessité. Le culte des *Nâgas*, c'est-à dire des serpents, est répandu dans toute l'Inde; néanmoins on se tromperait fort en identifiant tous les *Nâgas* et en les confondant dans un même symbolisme. Il y a fagots et fagots et, comme le dit très justement M. Max Müller, tous ceux qui ont vécu dans l'Inde savent que les origines, le but, les caractères du culte des *Nâgas* diffèrent de tribu à tribu.

Un nouveau dialecte aryen. — Non loin de Peshawer en Afghanistan, habite un peuple nommé *Ormar;* la même tribu a une colonie à Logur, près de Caboul; mais son principal siège est à Kânî-Karam dans le district de Wazîrî. Un hindou lettré vient de publier une grammaire du dialecte de ce peuple; et c'est la première fois que cette langue est fixée par l'écriture.

(1) M. Max Müller cite une erreur de ce genre dont il fut la cause involontaire. Tout le monde parle aujourd'hui de la race *kolarienne* ou *munda;* c'est celle de certaines tribus parlant un idiome qui n'a rien du sanscrit ni du dravidien. Eh bien, cette dénomination est purement linguistique, et l'on n'a aucun fondement pour affirmer que les tribus qui parlent le dialecte kolarien sont d'une race à part et de sang pur.

Le nouvel idiome s'appelle le *baragstâ*. Il est nettement aryen, appartenant au type *pushtu*, c'est-à-dire afghan, avec des affinités marquées pour le persan. Tous les sons se trouvent dans l'alphabet *pushtu*, à l'exception d'une lettre qui est propre au *baragstâ*.

Ethnographie de l'Alaska et des îles Aléoutiennes. — Par leur position intermédiaire entre les Indiens d'Amérique au sud et les Esquimaux au nord, les insulaires aléoutiens fournissent à l'ethnographe un intéressant sujet d'études. Dans un ouvrage récemment publié par M. H. N. Elliott (1) et dont M. A. H. Keene fait une étude critique (2), nous voyons patronner la thèse que les Aléoutiens seraient plutôt le trait d'union entre les Esquimaux et les Japonais qu'entre ces premiers et les Indiens. M. Elliott se fonde principalement sur les ressemblances avec les Japonais signalées dans la constitution physique, les mœurs et la civilisation des Aléoutiens. En tout cas, M. Keene pense que, si les Aléoutiens viennent du Japon, cette migration remonte à une époque très reculée, puisque le langage des deux peuples est aujourd'hui complètement différent.

Un point curieux à signaler, c'est la démarcation franche qu'il y a sur le territoire de l'Alaska entre les Indiens et les Esquimaux. Rien n'a jamais pu réunir les *Kenai* du rameau indien des Athabascans aux Innuits, Esquimaux de la baie de Bristol. D'autre part, les deux races se sont alliées aux Européens : le sang des Norrois est encore appréciable dans les Groënlandais, et l'on sait que les alliances des Français et des Indiens ont profondément modifié les conditions ethniques de certains peuples de l'Amérique septentrionale. Il y a aussi des créoles russo-aléoutiens : quand il est issu d'un père russe et d'une mère aléoutienne, le créole garde la physionomie paternelle, mais il perd de son énergie et devient d'une indolence remarquable. Les descendants de deux créoles gardent le type slave du Russe, tandis que les enfants d'un créole et d'un Aléoutien pur retournent à ce dernier type au physique et au moral. Chose étrange, il n'y a donc pas, comme ailleurs, fixation d'un type nouveau ; mais, dans tous les cas, retour à l'un des types physiques primitifs. La transformation morale est seule plus persévérante.

J. G.

(1) *An Arctic Province :* Alaska and the Seal Islands.
(2) *Academy,* 11 décembre 1886, pp. 389, 390.

CHIMIE.

—

Études de thermochimie et de statique chimique relatives au sulfure d'antimoine. — Voici d'abord quelques données relatives aux chaleurs de formation de quantités équivalentes de divers corps :

DÉSIGNATION DES CORPS.	FORMULE.	CHALEUR DE FORMATION.
Trisulfure d'antimoine	Sb_2S_3	17,0 calories.
Trichlorure —	$2\,SbCl_3$	91,5 —
Oxyde —	Sb_2O_3	83,7 —
Anhydride sulfureux	$3\,SO_2$	103,8 —
Hydrogène sulfuré gazeux	$3\,H_2S$	6,9 —
— dissous	$3\,H_2S + xH_2O$	13,8 —
Acide chlorhydrique gazeux	$6\,HCl$	66,0 —
— dissous	$6\,HCl + xH_2O$	118,3 —

Le chiffre de 17 calories, représentant la chaleur de formation du trisulfure d'antimoine, se rapporte aussi bien au sulfure noir cristallisé qu'au sulfure orangé amorphe : en effet, le passage du sulfure noir au sulfure orangé, par dissolution du premier dans le sulfure sodique et reprécipitation au moyen de l'acide chlorhydrique, se produit sans effet thermique sensible.

Il faut remarquer en passant que les sulfures comme celui d'antimoine (et aussi ceux de cuivre, de nickel, de plomb, de mercure, etc.), dont la chaleur de formation est faible, conservent jusqu'à un certain point l'éclat et divers caractères des métaux dont ils proviennent : les propriétés des corps changent peu quand la chaleur dégagée est faible.

La grande différence entre la chaleur de formation du sulfure et celle de l'oxyde d'antimoine explique la transformation facile de Sb_2S_3 en Sb_2O_3 par le grillage. Le dégagement considérable de chaleur, résultant de la suroxydation partielle de Sb_2O_3 en Sb_2O_4 et de la formation d'anhydride sulfureux, facilite encore cette transformation.

Il est facile aussi de se rendre compte, d'après les principes de la thermochimie, des actions inverses et réciproques entre le chlorure d'antimoine et l'hydrogène sulfuré d'une part, et d'autre part entre le sulfure d'antimoine et l'acide chlorhydrique.

L'acide chlorhydrique gazeux, anhydre, attaque le sulfure d'antimoine avec formation de chlorure d'antimoine et d'hydrogène sulfuré gazeux :

$$Sb_2S_3 + 6\,HCl\ gaz. = 2\,SbCl_3\ crist. + 3\,H_2S\ gaz.$$
$$\underbrace{17^{cal.} + 66^{cal.}}_{83^{cal.}} \qquad \underbrace{91^{cal.}4 + 6^{cal.}9}_{98^{cal.}3}$$

Le dégagement de chaleur est de 98,3 — 83 calories, soit $15^{cal.}3$.

Au contraire HCl dissous n'a pas d'action sur Sb_2S_3, et le système $Sb_2S_3 + 6\,HCl$ dissous s'obtient comme produit de la réaction de l'hydrogène sulfuré dissous sur le chlorure d'antimoine :

$$2\,Sb\,Cl_3\ crist. + 3\,H_2S\ dissous = Sb_2S_3 + 6\,HCl\ dissous.$$
$$\underbrace{91^{cal.}4 + 13^{cal.}8}_{105^{cal.}2} \qquad \underbrace{17^{cal} + 118^{cal.}3}_{135^{cal.}3}$$

Le dégagement de chaleur est de 135,3 — 105,2 = $30^{cal.}1$.

L'action se renverse ainsi par suite de la différence entre la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique gazeux anhydre et celle de l'acide dissous ou hydrate chlorhydrique.

HCl réagit sur Sb_2S_3 aussi longtemps que la proportion de H_2O présente est moindre que 6 à 6,5 H_2O pour 1 HCl. En présence de 8 à 9 H_2O, l'action de HCl est presque nulle : c'est la *limite d'équilibre*. On observe d'ailleurs qu'en dessous de cette proportion d'eau l'hydracide chlorhydrique manifeste à la température ordinaire (12° C.) une tension sensible, susceptible de permettre son entraînement par un courant de gaz inerte.

Cette limite d'équilibre est légèrement modifiée, dans le cas qui nous occupe, par la formation de composés secondaires assez peu stables : chlorhydrate de chlorure, chlorosulfure et sulfhydrate de sulfure d'antimoine. L'influence perturbatrice de ces actions secondaires ne s'exerce que jusqu'à un degré correspondant à la stabilité de ces composés; elle est en raison inverse de la tension de dissociation de ces derniers.

On voit donc par cette étude que les actions inverses se produisent lorsque le signe de la chaleur dégagée par la réaction de deux corps est changé par suite de la combinaison de l'un des deux avec un troisième ou avec l'un des produits de la réaction. L'action chimique ne se renverse pas brusquement; il se forme des composés intermédiaires, tels qu'hydrates, sulfhydrates, chlorhydrates, oxychlorures, chlorosulfures, etc., n'existant pour la plupart que dans un état de dissociation partielle, c'est-à-dire de tension, de leurs composés. Ce sont les conditions d'existence

propre et de dissociation de ces composés intermédiaires qui règlent les équilibres chimiques entre les corps antagonistes (1).

Déliquescence et efflorescence — Ces deux phénomènes sont en relation intime avec la tension maximum des solutions saturées.

Supposons en effet que l'on ajoute progressivement de l'eau à un sel anhydre, de façon à obtenir successivement des hydrates dans lesquels l'eau est chimiquement combinée, une solution saturée, une solution totale, une solution diluée et enfin une solution très étendue. A chacun de ces systèmes correspondra une tension maximum de la vapeur émise : les hydrates successifs présenteront des tensions de dissociation propres, passant brusquement de l'une à l'autre; le passage à l'état de solution saturée (souvent obtenu par l'addition d'une minime quantité d'eau en sus de l'eau chimiquement combinée) sera accusé par un nouveau changement de tension; puis, à partir de ce point, la variation de tension ira diminuant, et d'autant plus que la proportion de sel dissous sera moindre: la tension maximum de la solution tendra d'une façon continue vers la tension maximum de l'eau pure.

Dans le passage de l'état de solution étendue à celui de sel anhydre, on observerait les phénomènes inverses.

Si l'on considère un composé salin quelconque exposé librement à l'air, il est évident que la tension de vapeur de ce composé salin se mettra en équilibre avec la force élastique f de la vapeur d'eau de l'atmosphère.

Dans ces conditions, beaucoup de sels anhydres absorbent de l'eau, en quantité variable d'après leur nature. Les sels dont la solution saturée présente une tension maximum plus petite que f, absorbent assez d'eau pour que se produise la liquéfaction partielle ou la *déliquescence*.

Au contraire, les solutions salines dont la tension de vapeur est supérieure à f émettent de la vapeur d'eau, se transformant ainsi successivement en solution saturée et en hydrate sec. Certains hydrates secs ont eux-mêmes une tension de dissociation supérieure à f : on voit alors se produire l'*efflorescence*.

La propriété que possèdent certains sels de tomber en déliquescence ou de s'effleurir à l'air dépend donc, d'une part, de la

(1) D'après M. Berthelot, *Bulletin de la Société chimique de Paris*.

nature de ces sels, de la tension maximum de la vapeur qu'ils émettent; d'autre part, de la valeur de *f* ou de l'état hygrométrique de l'air.

Voici quelles sont à 20° C. les tensions de vapeur maxima de quelques solutions saturées et de quelques hydrates. Les tensions de vapeur les moins élevées fournies par les solutions saturées correspondent donc aux sels les plus déliquescents; les tensions de dissociation les plus élevées accusées par les hydrates annoncent les plus fortes tendances à l'efflorescence (1).

DÉSIGNATION DES CORPS.	TENSIONS MAXIMA DES SOLUTIONS SATURÉES.	DÉSIGNATION DES CORPS (HYDRATES).	TENSIONS DE DISSOCIATION.
KHO	0.80 millim.	Na_2HAsO_4, 12 aq.	16.0 millim.
NaHO	1.00 —	Na_2SO_4, 10 aq.	13.9 —
As_2O_5	2.30 —	Na_2HPO_4, 12 aq.	13.5 —
$KC_2H^3O^2$	3.90 —	$NaC_2H_3O_2$, 3 aq.	12.4 —
Ca Cl_2, 6 aq.	5.60 —	Na_2CO_3, 10 aq.	12.1 —
Mg Cl_2, 6 aq.	5.75 —	Na^2HPO_4, 7 aq.	9.0 —
K_2CO_3	6.90 —	$CuSO_4$, 5 aq.	6.0 —
Sr Br	9.10 —	SrH_2O_2, 8 aq.	5.6 —
Am NO_3	9.10 —	$SrCl_2$, 6 aq.	5.6 —
$Ca(NO_3)_2$	9.30 —	$NiCl_2$, 6 aq.	4.6 —
$NaCrO_4$	10.60 —	Na_2HAsO_4, 7 aq.	4.6 —
$NaNO_3$	11.15 —	BaH_2O_2, 8 aq.	4.2 —
$SrCl_2$	11.50 —	Bo_2O_3, 3 aq.	2.0 —
$HIoO_3$	11.60 —	$SrBr_2$, 6 aq.	1.8 —
$NaC_2H_3O_2$, 3 aq.	12.40 —	$C^2H_2O_4$, 4 aq.	1.3 —
KCl	13.55 —		
KNO_3	15.00 —		

Constitution des sels hydratés. — En comparant les pertes d'eau subies dans le vide sec pendant l'unité de temps par deux hydrates d'un même sel placés dans des vases identiques, M. Muller-Erzbach a été conduit à admettre, d'après les variations de tensions, l'existence de systèmes moins hydratés et plus stables.

Ainsi le nitrate zincique, Zn $(NO_3)_2$, 6 aq., perd 2 aq. avec la tension relative 0,18, et la troisième molécule d'eau avec la tension 0,025; puis la tension devient inappréciable. Sa constitution répond donc à la formule :

$$\{ [Zn (NO_3)_2, 3 aq], aq \}, 2 aq.$$

(1) D'après M. Lescœur, *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

L'hydroxyde barytique, BaH_2O_2, 8 aq, perdant 1 aq avec la tension relative 0,9, 5 aq avec la tension 0,2, 1 aq avec la tension 0,11, et retenant la dernière molécule d'eau, a pour formule de constitution :

$$\{ [(BaH_2O_2, aq), aq], 5\ aq \}, aq.$$

De même la formule du sulfate cuivrique, $Cu\ SO_4$, 5 aq, devrai s'écrire :

$$\{ [(Cu\ SO_4, aq), aq], aq \}\ 2\ aq.$$

$Cu\ SO_4$, 5 aq se dépose par refroidissement d'une solution chaude; $Cu\ SO_4$, 3 aq est le vitriol bleu effleuri à la température ordinaire; $Cu\ SO_4$, 2 aq, — $Cu\ SO_4$, aq — $Cu\ SO_4$ sont des produits de dessiccation à diverses températures (1).

Dissociation du carbonate de chaux. — M. Le Châtelier, en se servant de couples thermo-électriques pour la mesure des températures, a déterminé d'une façon précise la loi de variation de la tension de dissociation du carbonate calcique avec la température. Voici les résultats obtenus :

TEMPÉRATURES	PRESSIONS OBSERVÉES
547 degrés	27 millim.
610 —	46 —
625 —	56 —
740 —	255 —
745 —	289 —
810 —	678 —
812 —	762 —
865 —	1333 —

C'est donc vers 812° que la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique. Cependant, quand on échauffe rapidement du carbonate de chaux, on reconnaît que la tempéture stationnaire de décomposition se fixe à 925° : cela tient à la lenteur avec laquelle l'équilibre de tension s'établit dans le phénomène de dissociation. D'autre part on ne peut par un chauffage rapide dépasser que d'une quantité limitée la température nor-

(1) *Deutsche Chemische Gesellschaft.*

male de dissociation, parce que la vitesse de décomposition croît suivant une fonction exponentielle très rapide des excès de température.

M. Le Châtelier avait déjà observé une semblable anomalie dans la température de cuisson du plâtre : cette température diffère sensiblement de celle à laquelle la tension d'efflorescence du gypse atteint la pression atmosphérique (1).

Influence de la température sur la transformation d'un système chimique en un autre système équivalent. — Lorsque des corps sont en présence pouvant donner lieu à la formation de divers systèmes chimiques équivalents, c'est généralement la température qui déterminera la formation de l'un ou de l'autre de ces corps. Il y a donc pour les systèmes équivalents une limite de température qui constitue le *point de transition.*

Soit, par exemple, un mélange de quantités équivalentes de Na_2SO_4, 10 aq et $Mg\ SO_4$, 7 aq en solution aqueuse : du sein de cette solution se déposera un sel double cristallisé Na_2SO_4, $Mg\ SO_4$, 4 aq (astrakanite), si la température est supérieure à 21°5 ; à une température plus basse, les deux sels se déposeront séparément.

Ce point de transition, 21°5, constitue aussi un point singulier sous le rapport de la solubilité : à cette température, le sel double a la même solubilité que ses composants; au-dessus, il est moins soluble; au-dessous, plus soluble.

On peut aussi vérifier que les tensions maxima des solutions saturées sont en rapport avec la solubilité : au-dessus de 21°5, la tension de la solution d'astrakanite est moindre que celle de la solution des deux sulfates; et inversement.

Dans la réaction de $Mg\ SO_4$, 7 aq sur NaCl, le point de transition pour la formation du sulfate double, Na_2SO_4, $Mg\ SO_4$ 4 aq, est 31° :

$$2\ (Mg\ SO_4,\ 7\ aq) + 2\ NaCl = Na_2\ SO_4,\ Mg\ SO_4,\ 4\ aq + MgCl_2,\ 6\ aq + 4H_2O\ (2).$$

Variations de la solubilité de certains chlorures en présence de l'acide chlorhydrique. — L'acide chlorhydrique pré-

(1) *Moniteur de la Céramique et de la Verrerie.*
(2) *Deutsche Chemische Gesellschaft.*

cipite de leur solution aqueuse certains chlorures, notamment $BaCl_2$, $SrCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, KCl, $NaCl$, $LiCl$, $AmCl$.

La solubilité de ces chlorures diminue, en présence de HCl, d'une quantité correspondant sensiblement à 1 équivalent de chlorure pour 1 équivalent de HCl ajouté, tant que la solubilité n'a pas été diminuée de plus des trois quarts environ; de sorte que, dans ces limites, la somme des équivalents de chlorure et de HCl dissous reste sensiblement constante.

Cet état spécial d'équilibre s'observe également dans l'action de l'acide azotique sur les solutions d'azotates.

Quant à l'acide sulfurique mis en présence des sulfates avec lesquels il ne forme pas de sulfate acide, il semble se comporter différemment (1).

Nouveau procédé de dosage volumétrique du zinc. — M. Weil propose d'appliquer au dosage du zinc, notamment du zinc en poudre (gris d'ardoise de la Vieille-Montagne), la méthode qu'il a déjà publiée pour le dosage du fer, de l'antimoine, du soufre, du sucre, etc., et qui est basée sur le dosage volumétrique du cuivre à l'aide d'acide chlorhydrique en grand excès et de chlorure stanneux.

On traite à froid une quantité déterminée de zinc en poudre par un excès de solution titrée de chlorure cuivrique (10 gr. de Cu par litre) neutralisée au préalable : le zinc se transforme en chlorure et précipite du cuivre, équivalent pour équivalent. On titre ensuite sur une partie du liquide ($\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$) l'excédent de cuivre resté en dissolution, au moyen d'un grand excès de HCl et d'une solution titrée de $SnCl_2$, en chauffant à l'ébullition : la différence avec la quantité de cuivre employé correspond au cuivre précipité par le zinc. On multiplie cette différence par

$$\frac{Zn}{Cu} = \frac{32.5}{31.75} = 1.0236$$

et l'on a la quantité de zinc renfermée dans l'échantillon analysé.

On opère, par exemple, sur 0,4 gr. de poudre de zinc, avec 50 c. c. de solution de $CuCl_2$.

M. Kupferschlæger fait observer que le zinc en poudre gris

(1) D'après M. Engel, *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

d'ardoise contient souvent du fer et du cadmium, lesquels réduisent aussi $CuCl_2$: c'est là une cause d'erreur. Il recommande donc de traiter plutôt ce zinc par de l'acide sulfurique très étendu, précipiter par le carbonate ammonique, filtrer, et doser le zinc dans la solution au moyen de la solution titrée de sulfure sodique (1).

Méthode de séparation et de dosage de métaux divers, basée sur l'emploi des hyposulfites. — L'hyposulfite sodique ou ammonique, réagissant à l'ébullition sur une solution sulfurique ou chlorhydrique de Cu, Cd, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, précipite le cuivre à l'état de Cu S ; les autres métaux restent en solution. Cette solution, traitée ensuite par l'ammoniaque ou la potasse caustique, additionnée d'acide oxalique, portée à l'ébullition et soumise de nouveau à l'action de l'hyposulfite, donne un précipité de CdS ; les autres métaux restent dissous.

Si l'on a de l'arsenic, de l'antimoine et de l'étain, réunis dans une solution chlorhydrique, on peut en précipiter l'antimoine sous forme de $Sb_2O\,S_2$, en additionnant d'abord la solution d'ammoniaque ou de chlorure ammoniaque, puis d'acide oxalique, puis d'ammoniaque jusqu'à saturation incomplète; en diluant ensuite le liquide, ajoutant une solution d'hyposulfite sodique (10 parties de sel pour 1 d'antimoine à doser), et chauffant à l'ébullition. L'arsenic et l'étain restent en solution (2).

J. B. André.

SCIENCES INDUSTRIELLES.

Chemin de fer Lartigue. — Le chemin de fer Lartigue, dont l'invention date de 1883, ne comprend qu'un rail unique, maintenu sur des supports à 0^m80 environ au-dessus du sol. Il a l'avantage de supprimer presque complètement les frais de terrassement, de se placer avec la plus grande facilité et de

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris.*
(2) D'après M. Carnot, *Bulletin de la Société chimique de Paris.*

n'exiger qu'un matériel simple et peu coûteux, le poids utile transporté étant considérable par rapport au poids mort des véhicules.

Comme moteur, on emploie soit des moteurs animés, mules, chevaux, etc., soit des locomotives à vapeur ou électriques : 1 cheval ordinaire traîne aisément 5 tonnes sur la voie Lartigue, tandis que sur une route il faudrait 5 charrettes au moins, marchant beaucoup plus lentement.

Ce système est particulièrement avantageux dans les pays où le trafic n'est pas très considérable et où la construction de voies ferrées, même de voies étroites, coûterait trop cher. Il convient parfaitement dans les régions accidentées et dans les plaines marécageuses. Il peut se placer sur l'accotement des routes et suivre toutes les sinuosités des sentiers de montagnes. On l'utilise surtout pour les transports de récoltes, de bois et de minerais; il s'adapte aussi au transport des voyageurs. La forme des supports permet de les employer également pour les installations économiques de lignes télégraphiques et téléphoniques.

La première voie Lartigue a été établie aux environs d'Oran pour le transport des alfas; elle se déplace suivant les besoins de l'exploitation. Cette voie, qui a plus de 100 kilomètres, a coûté 6000 francs environ par kilomètre, tous frais compris : établissement de la voie, achat du matériel, etc.

Une ligne semblable a été construite récemment en Tunisie pour le même objet.

Aux mines de Rio, dans les Pyrénées françaises, on a installé 10 kilomètres de voie Lartigue, avec traction électrique, pour le transport des minerais. Cette ligne comprend des rampes de plus de 8 p. c. d'inclinaison et des courbes de moins de 4 mètres de rayon; il paraît que, même dans ces conditions, le rendement est considérable et les frais de transport minimes.

Les matières à roder, à aiguiser et à polir. — On peut classifier comme suit ces matières : 1° matières solides à roder et à aiguiser; 2° papiers et toiles à polir; 3° poudres à polir.

1. Matières solides à roder et à aiguiser. — L'agent de rodage par excellence est l'*émeri*. L'émeri naturel est du corindon impur, provenant de Naxos et de Smyrne. On trouve souvent dans l'émeri de Smyrne une certaine proportion de spath adamantin, c'est-à-dire de la variété de corindon renfermant 4 p. c. d'eau de cristallisation et présentant un clivage en trois sens (système

rhomboédrique). Parfois aussi l'émeri naturel contient du mica. On obtient un émeri artificiel par la calcination de certaines variétés de beauxite. Voici quelle est la composition moyenne des émeris :

	ÉMERI NATUREL	ÉMERI ARTIFICIEL
Alumine	82	80
Silice	7	9
Sesquioxyde de fer	10	11
Eau et perte	1	"
	100	100

On emploie aussi pour les rodages industriels le *silex*, le *sable quartzeux*, la *poudre de verre*, etc.

M. Durrschmidt a imaginé une machine à essayer, au point de vue de la dureté et du mordant, les matières rodantes les plus énergiques. Dans cette machine, une quantité déterminée de matière rodante produit en un temps donné une quantité plus ou moins grande de limaille de fonte. Les " coefficients de travail " fournis par cette machine pour les diverses pierres sont les suivants :

Quartz hyalin.	1
Silex	2
Spath adamantin cristallisé. . . .	4
Émeri de Smyrne	5 à 6
— Naxos.	7 à 8
Émeri artificiel	7 à 9
Saphir	14

On emploie beaucoup aujourd'hui, pour le travail des métaux, des *meules* en grès, en émeri, etc.

Les meules en grès sont de provenance diverse; celles de Saverne sont très estimées.

Les meules artificielles se font en grains de silex et émeri; celles pour affûter les scies, en sable quartzeux. Ces matières sont agglomérées par de la gomme laque, du caoutchouc durci ou, plus souvent aujourd'hui, par du ciment à l'oxychlorure de magnésium. On construit des meules de plusieurs degrés de dureté, correspondant aux tailles de limes très fines, douces, demi-douces, bâtardes, de deux ou d'une, qu'elles sont destinées à remplacer.

En fait de *pierres à aiguiser*, citons les pierres à rasoir, qui viennent de Belgique; les pierres du Levant, de l'île de Candie; les pierres à faux, de la Lombardie. On fait aussi en Allemagne et en France des pierres à faux artificielles.

La *pierre ponce* s'emploie dans le travail du bois, des vernis, des métaux, des marbres et des pierres lithographiques. La pierre ponce naturelle vient d'Italie. La pierre ponce artificielle en briquettes est du quartz pilé, aggloméré à haute température au moyen d'une minime quantité de matière très fusible. On la fabrique principalement en Allemagne, sous plusieurs variétés de dureté (1).

2. Papiers et toiles à polir. — On les prépare avec de la poudre de verre, de silex ou d'émeri. Tout le monde en connaît l'usage.

3. Poudres à polir proprement dites. — La plus employée est le *rouge à polir*, sesquioxyde de fer obtenu par la calcination de la couperose verte. On s'en sert pour polir finement les métaux, les glaces et les marbres.

Pour les marbres blancs, on prend de la *potée d'étain* (acide stannique) ou de la *potée d'émeri*.

Le *tripoli* et la *terre pourrie* sont de la silice en poudre très fine, venant de Bohême (tripoli de Venise), de France, etc.

Les *briques anglaises* à nettoyer les couteaux sont fabriquées avec une terre sableuse jaune.

La *chaux de Vienne* est de la chaux vive très pure (2).

Sur l'application des flammes au chauffage. — L'introduction d'un corps froid dans une flamme peut abaisser la température de cette flamme jusqu'au point de l'éteindre dans les parties voisines du corps froid. Cette couche non lumineuse de gaz étant mauvaise conductrice de la chaleur, l'échauffement ne peut plus se produire alors que par le rayonnement de la partie de la flamme restée lumineuse à travers cette couche isolante.

Il faut donc, lorsqu'on veut chauffer économiquement un corps froid, ou bien disposer la surface à chauffer de façon à ce qu'elle puisse prendre rapidement la température même de la flamme et n'empêche plus dès lors la combustion à son contact; ou bien éviter tout contact entre la flamme et le corps froid et n'utiliser que le rayonnement.

C'est ainsi que M. Fletcher propose de recouvrir la paroi externe des chaudières à vapeur de nervures ou de clous en saillie, destinés à prendre la température de la flamme. Dans le

(1) Voir notre article d'avril 1886.

(2) *Moniteur de la Céramique et de la Verrerie.*

même ordre d'idées, M. Lodge conseille d'augmenter l'épaisseur de la tôle.

Le procédé de chauffage de M. Siemens est basé sur l'autre principe. Il consiste à employer comme source de chaleur une flamme très éclairante, obtenue par la combustion de gaz au moyen d'air chaud, et possédant un grand pouvoir rayonnant calorifique. Ce système paraît être le meilleur; il permet en même temps de ménager la durée de la tôle.

Les foyers fumivores, à distribution d'air secondaire, ne sont pas économiques, quelque bien ménagée que puisse être cette distribution. Sans doute tout le combustible y est brûlé; mais comme la flamme y est moins éclairante que dans les foyers simples, son pouvoir rayonnant calorifique est moindre, et l'effet utile reste sensiblement le même (1).

Le verre perforé. — MM. Appert frères, auteurs de plusieurs perfectionnements dans la verrerie, fabriquent depuis peu du verre perforé, destiné à assurer dans de bonnes conditions la ventilation des locaux habités, tels qu'hôpitaux, salles d'études des lycées et écoles, ateliers de filature, écuries, cabinets d'aisance, etc.

Ce verre est perforé de 3000 à 3500 trous par mètre carré. Les trous sont ronds, en forme de tronc de cône, la petite base ayant 3 à 4 millim. de diamètre et la grande 6 à 7,5. Ils sont espacés de 15 à 20 millim. d'axe en axe et rangés en quinconce. La forme tronconique des trous a pour but d'épanouir les filets d'air et d'en faciliter la diffusion et le mélange avec l'air de la pièce à ventiler. Ces vitres sont placées en imposte, à $2^{m}50$ environ de hauteur, la grande section des trous étant tournée vers l'intérieur.

Le perforage des trous ne se fait pas avec un foret d'acier, ce qui serait trop long; ni par l'action d'un jet de sable animé d'une grande vitesse, ce procédé étant encore trop coûteux; mais par le coulage et le moulage, en versant le verre liquide sur une table en métal garnie de saillies, et en exerçant sur ce flot de verre la pression nécessaire pour l'amener à l'épaisseur voulue (2).

Ciment au chlorure de calcium. — Le ciment Portland de

(1) *Moniteur de la Céramique et de la Verrerie.*
(2) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.*

fabrication récente, gâché avec une solution de chlorure calcique marquant 28° à 30° B., acquiert en quelques minutes une dureté et un résistance à la traction considérables. La prise est accompagnée d'une élévation de température qui peut aller jusqu'à 70°, ainsi que d'un léger gonflement.

On emploie 24 à 28 centimètres cubes de solution de chlorure pour 100 grammes de ciment Portland.

Ce ciment convient parfaitement pour les réparations de meules à ciment (au lieu du plomb généralement employé pour cet usage), pour les scellements, et partout où l'on se servait ci-devant de ciment magnésien (magnésie calcinée, gâchée avec du chlorure de magnésium), moins résistant et plus cher (1).

Ciment à l'oxychlorure de zinc. — On obtient ce ciment en mélangeant de l'oxyde de zinc dense avec une quantité équivalente de chlorure de zinc en solution aussi neutre que possible, marquant 54° à 55° B. et additionnée d'une petite quantité (3 p. c. environ) de borax, carbonate potassique, carbonate sodique ou sel ammoniac, pour retarder la solidification. Le produit est donc de l'oxychlorure zincique mélangé d'un peu de borax ou d'autre sel.

Ce ciment est aussi dur que le marbre; il résiste au froid et à l'humidité, et il est fort peu attaquable par les acides. On y ajoute souvent, dans un but d'économie, de la limaille de fer, du sable, de l'émeri, des déchets de marbre pulvérisés, etc.

Il s'emploie beaucoup dans l'industrie du bâtiment pour les ravalements et réfections, les scellements, etc.

On prépare aussi une peinture à l'oxychlorure de zinc, inaltérable et hydrofuge, en délayant de l'oxyde de zinc, jusqu'à consistance de la peinture à l'huile, dans un liquide formé de 2 parties de chlorure de zinc à 54° — 55° B. et 5 parties d'eau tenant en dissolution 1 p. c. de borax ou de carbonate sodique. On fait le mélange au moment de s'en servir, car il se solidifie rapidement ; il s'applique sur bois, sur métaux, sur toile, etc. Il faut éviter d'employer cette peinture par la gelée, sous peine de la voir s'écailler rapidement (2).

Un bon ciment à l'oxychlorure de zinc peut aussi être obtenu en gâchant 1 kilogramme de poudre formée de

(1) *Journal du Céramiste et du Chaufournier.*
(2) *Moniteur des Produits chimiques.*

Oxyde de zinc	2 parties
Calcaire dur écrasé	2 —
Grès pilé	1 —
Ocre, comme colorant	la quantité nécessaire

avec 3 litres de solution saturée de zinc dans l'acide chlorhydrique du commerce, additionnée d'un peu de sel ammoniac et des 2/3 de son volume d'eau (1).

J.-B. André.

MINES.

L'emploi de la dynamite-gomme dans les travaux en veine. — Des expériences ont été entreprises il y a quelque temps dans le but de faire une étude comparative, au point de vue économique, des résultats obtenus par l'emploi de la poudre comprimée, de la dynamite n° 1 et de la dynamite-gomme pour le minage en veine et le coupage des voies. Elles ont conduit à des conclusions qui méritent d'être signalées.

On a reconnu : 1° que, pour le coupage des voies aussi bien que pour l'abatage de la houille, la dynamite n° 1, la plus fréquemment employée, n'offre guère d'avantage sur la poudre comprimée, et que son emploi peut même devenir très onéreux s'il est confié à des mains inexpérimentées ; 2° que la dynamite-gomme présente sur les explosifs précités des avantages économiques très importants, qui peuvent se chiffrer à 25 p. c., lorsque cette substance est mise en œuvre par des ouvriers bien exercés.

Il faut rapprocher de ces résultats économiques les avantages que présente la dynamite-gomme au point de vue de la sécurité et de l'hygiène. En effet, elle ne donne aucune exsudation, même sous une forte pression, et elle est bien moins sensible au choc et aux vibrations que la dynamite n° 1 ; lorsqu'elle détone complètement, ses fumées sont moins dangereuses à respirer que celles de cette dernière substance.

Pour obtenir de la dynamite-gomme le maximum d'effet utile et éviter les accidents, certaines précautions sont nécessaires et

(1) *Bulletin céramique.*

doivent être observées soigneusement. Elles concernent le choix des capsules et l'amorçage, le dépôt des cartouches dans la mine, et le bourrage. L'auteur de cette notice, M. l'ingénieur Maillard, des mines de Lens, expose toutes ces précautions, qui d'ailleurs ne présentent aucune difficulté et s'apprennent vite aux ouvriers intelligents et prudents (1).

Taquet automatique pour les voies des plans inclinés. — Dans l'exploitation des couches dont l'inclinaison dépasse 30° à 35°, on est souvent amené à desservir plusieurs niveaux par un plan incliné à chariot-porteur. Dans ce cas, les différentes voies horizontales par lesquelles les produits sont amenés au plan incliné doivent être munies d'une barrière ayant pour but d'arrêter les wagonnets chargés en deçà du garage établi à proximité du plan. Les barrières très simples employées d'ordinaire ne constituent pas un mode d'arrêt suffisamment efficace, parce que les traîneurs, malgré toutes les recommandations, négligent fréquemment de les fermer en retournant avec le wagonnet vide vers les fronts de taille.

M. Piffaut, ingénieur aux mines d'Anzin, a essayé avec succès un taquet automatique destiné à éviter les accidents dus à cette négligence. Cet appareil, de construction simple et ingénieuse, est placé dans l'intérieur de la voie, entre le plan incliné et le garage ménagé à proximité pour les manœuvres. Le chariot vide, sortant du porteur, ouvre le taquet et vient sur le côté pour livrer passage au chariot plein, lequel ferme le taquet en passant.

Ce dispositif fonctionne très bien à la fosse d'Audiffret-Pasquier, des mines d'Anzin, où il a d'abord été essayé et appliqué ensuite à toutes les voies qui en ont besoin (2).

Abatage de la houille par les moyens mécaniques. — Il est sérieusement question en Angleterre de supprimer l'abatage à la poudre dans toutes les mines où l'emploi des lampes de sûreté est imposé. Les récentes catastrophes du Borinage ont également fait surgir cette question en Belgique. Des systèmes assez variés ayant pour but de se passer complètement de la poudre pour l'abatage ont été essayés et mis en pratique depuis longtemps; mais l'usage de ces appareils s'appliquait surtout,

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale.*
(2) Société de l'industrie minérale, *Comptes rendus mensuels.*

jusqu'ici, au bosseiement des galeries en veine (coupage des voies) dans les régions où la présence continuelle du grisou ne permet pas l'emploi des explosifs, et où les roches présentent une dureté trop grande pour être travaillées au pic ou à la pointerolle. Dans les houillères belges peu grisouteuses que le Règlement des mines classe dans la première catégorie (1), on tolère parfois le minage en veine pour certaines couches très dures où l'abatage par le procédé ordinaire serait difficile et coûteux au point de rendre ces couches inexploitables. Cette tolérance n'est accordée que moyennant des conditions d'aérage capables d'éloigner tout danger d'explosion ou d'inflammation. Il est cependant des couches qui, quoique très dures et bien aérées, ne sont pas admises à cette tolérance. Un appareil pratique permettant l'abatage économique de la houille sans le secours de la poudre serait donc d'une grande utilité. Entre autres systèmes imaginés dans cet ordre d'idée, on connaît l'appareil hydraulique (2) de M. Levet, et le coin à vis (3) du même auteur. Nous signalerons une modification ingénieuse de cet appareil, due à M. Burnett (4). Elle a pour but d'utiliser plus complètement l'effort exercé par l'ouvrier pour déterminer l'écartement des joues. A cette fin, le frottement de glissement est remplacé par un frottement de roulement, au moyen de rouleaux en acier interposés entre les joues et le coin. Celui-ci, comme dans l'appareil Levet, se termine à l'avant par une vis à filet carré sur laquelle agit un écrou pourvu de dents à sa circonférence; une sorte de *racagnac* à leviers combinés imprime à l'écrou le mouvement de rotation qui détermine la translation du coin et, par suite, l'écartement des joues. Un affût spécialement construit pour cet appareil permet de pousser les opérations activement.

Le diamètre du coin muni de ses joues et prêt à être introduit dans le trou est de 4 1/2 pouces (0^m115) pour le charbon et 3 3/4 pouces (0^m095) pour la pierre.

Dans une série d'expériences exécutées avec cet appareil aux houillères de Greenfield et Whitehill, le temps nécessaire pour effectuer une opération complète a été en moyenne de 25 minutes, y compris le forage préalable d'un trou, de 4 pieds environ de profondeur et d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'appareil.

Les gisements de manganèse du Merionethshire (pays

(1) Art. 24, Règlement de 1884.
(2) Évrard, *Traité d'exploitation*, t. I, p. 106.
(3) Haton de la Goupillière, *Traité d'exploitation*, t. I, p. 159.
(4) *Engineering*.

de Galles). — On exploite actuellement le manganèse dans les roches cambriennes aux environs de Barmouth et de Harlech. Le gisement se présente sous forme d'un lit stratifié affleurant à plusieurs endroits, d'une puissance variant de quelques pouces (1 pouce=0,^{m}0254) à plusieurs pieds. L'épaisseur moyenne est d'environ deux pieds. Le minerai non décomposé contient le manganèse à l'état de carbonate, mélangé à une faible proportion de silicate : à l'affleurement il y a eu altération, comme d'ordinaire, et le carbonate s'est transformé en oxyde noir hydraté.

Le minerai renferme de 20 à 35 p. c. de manganèse métallique et sert à la fabrication du ferro-manganèse.

Ces nouvelles mines du Merionethshire sont le premier exemple d'exploitation du carbonate de manganèse dans les îles Britanniques (1).

Les mines de houille en Russie. — Les gisements de combustible du pays du Don occupent une grande surface s'étendant sous les districts de Tchirkassy, Donetz et Mioussy. Les mines de Mioussy sont les plus productives et donnent les meilleures qualités, surtout dans le sud-ouest du district. Dans le nord-est, elles produisent de l'anthracite. Les travaux sont portés à la fois sous les terrains privés et publics. Au 1er janvier 1885, le stock de charbon restant sur les carreaux des puits était de 160 000 tonnes. Dans le cours de l'année 1885, l'extraction s'est élevée à 800 000 tonnes, dont la totalité était ou exportée ou usée sur place avant le commencement de l'année 1886. A cette époque, les charbonnages du Donetz occupaient 6500 ouvriers dans les travaux intérieurs et 1500 à la surface, le nombre annuel de jours de travail étant de 200. Il y avait à la même date 76 machines à vapeur d'une puissance totale de 1258 chevaux-vapeur, plus 612 chevaux, dont 77 à l'intérieur.

Le combustible provenant de ces mines est employé pour le chauffage des locomotives, steamers, manufactures, ateliers de construction, etc. (2).

(1) *Engineering and mining Journal*.
(2) *Colliery Guardian*.

La houille à la Nouvelle-Galles du Sud. — Le terrain houiller présente un grand développement dans la partie orientale de l'Australie, le Queensland et la Nouvelle-Galles du Sud, et il a contribué pour une grande part au rapide développement des colonies anglaises de cette région. Depuis longtemps, les couches nombreuses de combustible qu'il renferme sont activement exploitées dans les environs de Newcastle. Plusieurs ont des puissances supérieures à $1^{m}20$; il en est une de 9 mètres.

Elles sont l'objet d'exploitations importantes, dont les produits sont en partie dirigés vers la Chine, vers l'Inde, et même vers les ports de la Californie. La ville et le port de Sydney s'étaient jusqu'ici alimentés de combustible aux houillères du district de Newcastle, qui exploitent les diverses qualités de charbon : charbons de forge, charbons domestiques, charbons à gaz, cannel-coal. Cette situation est probablement appelée à changer dans un avenir peu éloigné. Des travaux de recherche ont amené, en effet, la découverte de la houille dans le district de Sydney (1). Le dernier sondage, pratiqué à trois quarts de mille seulement de l'un des chemins de fer du gouvernement, a atteint le combustible à la profondeur de 2227 pieds. La mise en exploitation de ce gisement houiller, reconnu sur une étendue de 33 à 34 milles, ne peut manquer d'avoir une influence très favorable sur le développement de l'industrie de cette région.

V. Lambiotte.

SISMOLOGIE.

—

L'un de nos plus brillants collaborateurs, M. de Lapparent, vient de publier dans le *Correspondant* un magnifique article intitulé : *Les tremblements de terre.* Beaucoup de nos lecteurs nous sauront gré de leur avoir signalé ce travail. Les autres seront heureux d'en lire ici, du moins, une partie. Nous en extrayons donc textuellement les dernières pages.

—

Parler des tremblements de terre sans dire un mot des essais de prévision du phénomène, serait sans doute mal répondre à l'attente du lecteur. Bien des gens se sont employés avec con-

(1) *Colliery Guardian.*

viction à cette besogne prophétique, et on en pourrait citer dont toute la carrière a été consacrée à réunir des statistiques en vue de prouver la concordance des mouvements sismiques, soit avec les positions de la lune, soit avec les variations de la température, soit enfin avec les oscillations de la colonne barométrique. La plupart de ces statistiques sont dépourvues de valeur, non seulement parce qu'on y a groupé, pêle-mêle, les véritables tremblements de terre avec les mouvements locaux dus au défaut d'assiette du terrain; mais parce que, institués à une époque où l'observation sismographique n'existait pas, les catalogues sont forcément tout ce qu'il y a de plus incomplet. Une statistique sérieuse ne pourra être dressée que quand les sismographes enregistreurs seront partout installés, et ce n'est pas s'aventurer que de prédire qu'alors la lune se montrera aussi innocente des tremblements de terre qu'elle l'est des changements de temps à la surface. Il ne saurait en être autrement depuis que nous savons qu'au lieu d'avoir leur siège entre l'écorce et une nappe fluide continue, ces ébranlements naissent tout près de la surface, au sommet de grands sillons où les marées intérieures, s'il en existait, n'auraient pas d'action.

Il n'est pas absolument impossible que l'état du baromètre influe sur la facilité du dégagement des gaz. Pourtant ce facteur doit être de bien médiocre importance, soit qu'on admette la théorie du rochage, soit qu'on préfère l'hypothèse de la chute des blocs humides.

Existe-t-il maintenant des signes précurseurs auxquels on puisse reconnaître l'approche d'un mouvement sismique? Les observateurs italiens l'affirment, et, à les entendre, toute manifestation éruptive serait précédée par des *bourrasques microsismiques*, c'est-à-dire par une agitation particulière qui ne se traduit pas au dehors et n'est perceptible que grâce à des appareils très délicats. On conçoit, à la rigueur, que, s'il s'agit d'une région homogène déterminée, il puisse en être ainsi. Pour être brusque, le dégagement des gaz n'a pas besoin d'être instantané. Une grande explosion peut être précédée par des tentatives d'ébullition de beaucoup moindre importance, et les appareils installés au-dessus du foyer en question pourraient en percevoir la trace. Mais si l'explosion doit se produire dans un autre sillon, indépendant du premier, on n'en sera pas averti. La meilleure preuve est que la catastrophe de la côte ligurienne est survenue sans qu'aucun des sismographes italiens eût fourni la moindre indication préalable. Si donc il n'est pas interdit d'espérer mieux

pour l'avenir, on peut dire que, pour le moment, l'art de prévoir les tremblements de terre est encore à créer.

S'il faut renoncer, jusqu'à nouvel ordre, à l'espoir de prédire ces catastrophes, peut-on du moins en conjurer ou en atténuer les effets désastreux ? Ce serait le lieu, si nous voulions rire, de mentionner la recette qu'un ingénieur anonyme adressait, le lendemain du tremblement de terre de Nice, à un journal de Paris. Déboucher le Vésuve pour rétablir la soupape qui permet aux gaz de dépenser leur force expansive sans dommage pour l'écorce ! Évidemment cette proposition ne peut être regardée que comme une agréable plaisanterie ; en revanche, c'est une idée assez répandue que celle qui consiste à voir dans les volcans des appareils de sûreté. A coup sûr, si tous les orifices volcaniques venaient à être bouchés, l'activité interne se mettrait en devoir de les rouvrir et ce travail souterrain pourrait être, pendant quelque temps, fort incommode pour nous. Mais il n'en est pas moins vrai que le voisinage de ces prétendues soupapes est loin de constituer une garantie de repos. Qu'on le demande aux habitants des Antilles, à ceux du Mexique, de l'Équateur et du Chili ! Dieu sait si les éruptions y sont fréquentes et si les orifices de sortie sont peu obstrués ! Pourtant c'est là surtout que les tremblements de terre sévissent. D'ailleurs, puisqu'on a parlé de déboucher le Vésuve (lequel, pour le dire en passant, n'est point bouché du tout), il n'est pas mauvais de recourir à l'histoire pour se rendre compte du résultat possible d'une telle opération. Depuis la fondation de Rome jusqu'à l'an 79 de notre ère, la montagne qui domine la campagne de Naples n'avait donné aucun signe d'activité. C'était à coup sûr un volcan, né au milieu de convulsions dont les premiers habitants de l'Italie avaient peut-être été les témoins. Mais la tradition n'avait pas gardé le souvenir de ces catastrophes et, la géologie n'étant pas alors inventée, personne ne s'était avisé de reconnaître, dans le sol de la montagne, un produit d'origine ignée. Quelques descriptions nous disent bien que, sur le sommet de l'ancien Vésuve, formé par une sorte de plateau un peu déprimé, occupé par une vigne-vierge, on observait des pierres qui semblaient avoir été calcinées. Mais le feu du ciel paraissait suffisant pour expliquer cette particularité, et la montagne, aussi bien que ses abords, était si parfaitement tranquille que Spartacus, avec ses esclaves, n'avait pas hésité à y établir son camp. Tout d'un coup, en 79, l'ancienne cheminée volcanique se déboucha toute seule. Le Vesuve sauta en l'air, ne laissant subsister que ce rempart demi-

circulaire qu'on appelle la Somma et, au centre de l'ouverture béante, les projections édifièrent un nouveau cône, plus petit, qui est le Vésuve actuel, celui dont la naissance a coûté la vie à Pline et causé la destruction d'Herculanum et de Pompéi. Et depuis cette opération, dont la nature seule avait fait les frais, la contrée napolitaine connaît les tremblements de terre, dont jusqu'alors elle avait été exempte. Qu'on juge par là de l'efficacité d'un volcan comme appareil de protection.

Les habitants des contrées souvent visitées par les tremblements de terre pratiquent divers moyens pour se mettre à l'abri du fléau. Les habitations sont construites en bois et, au lieu d'établir les fondations sur le sol, on leur donne pour base une sorte de radier, simplement posé sur la terre, et formé de poutres assemblées. De plus, l'expérience ayant montré que c'est grâce à la continuité du terrain que s'opère la propagation des secousses, on a soin d'interrompre cette continuité en creusant, au voisinage des fondations, des cavités artificielles où la vibration se dissipe sans donner lieu à des chocs.

Mais, si ces précautions se recommandent dans les pays où le fléau est endémique, il est difficile d'astreindre à une pareille sujétion ceux où les catastrophes, quand elles se produisent, sont séparées par des intervalles d'un grand nombre de siècles. La mémoire de ces événements se perd vite et l'insouciance humaine, quand il s'agit d'éviter une gêne, a bientôt fait de dire : Arrive que pourra! Comment d'ailleurs, pour une perspective aussi peu probable, irait-on s'interdire les maisons de pierre, les grands édifices et tout ce qui est précisément l'essence de la civilisation? On peut seulement observer certaines règles de prudence. C'est ainsi qu'il y a des terrains, tels que les sables et les argiles en couches très épaisses, où la vibration est moins à redouter, et nous avons déjà dit que le danger était moindre sur les massifs très anciennement consolidés qu'à la jonction de ceux-ci avec des formations sédimentaires beaucoup plus récentes.

Il ne faudrait pas croire, du reste, que la menace des ébranlements sismiques pesât du même poids sur tous les pays indifféremment. Il y a des territoires dangereux et d'autres qui le sont très peu. Pour les définir, rappelons-nous la liaison des phénomènes volcaniques avec les lignes de dislocation. A ce titre, on peut réputer dangereux tous les districts où l'écorce du globe a subi de grands dérangements, et, en particulier, les pays de montagnes. Mais tous ne sont pas menacés au même degré. Les

dislocations d'allure rectiligne et de profil brusque sont plus à craindre que les autres, surtout quand on peut établir, par la géologie, qu'elles sont relativement récentes : car il semble que le danger doive s'éloigner avec l'âge.

Prenons pour exemple la côte de Ligurie. C'est une ligne de relief récente ; car les Alpes figurent parmi les montagnes les plus modernes. Elle est essentiellement brusque, puisque la montagne plonge directement dans la mer. Aussi, bien que l'absence de volcans ne la classe pas parmi les régions les plus menacées, néanmoins elle est de celles où un tremblement de terre n'a rien qui doive étonner. On aurait le droit d'être plus surpris si le fléau s'abattait sur le bassin de Paris, cette grande cuvette tertiaire remplie de sédiments tranquilles et de nature plutôt élastique. Enfin la stabilité paraît encore mieux assurée soit dans les Pays-Bas, soit dans ces plaines de l'Allemagne du Nord, où une énorme épaisseur de sables et argiles glaciaires, superposée au terrain solide, forme comme un matelas impropre à la transmission des secousses, en même temps que l'absence de toute grande ligne de rupture éloigne la probabilité des ébranlements. Au contraire, la zone méditerranéenne et spécialement la partie méridionale, est dans des conditions particulièrement défavorables. La région de l'Archipel grec et celle de la Sicile l'ont trop souvent appris à leurs dépens. Si l'Andalousie, placée aux limites de ce domaine, a été éprouvée, c'est que son territoire représente une conquête récente opérée sur la mer. Cette chaîne de la Sierra Nevada, avec ses cimes de 3500 mètres de hauteur, qui dressent leurs têtes neigeuses en face de la Méditerranée, à proximité de Malaga et de ses vignobles, dit assez quelles dislocations de premier ordre ont façonné en ce point l'extrémité de le péninsule ibérique. Plus de cent ans auparavant, Lisbonne avait appris ce qu'il en coûte d'être sur le passage d'une ligne de fracture récente, aboutissant directement à la mer.

L'histoire est longue des désastres causés par les tremblements de terre, des ruines amoncelées, des richesses anéanties, des vies humaines sacrifiées par myriades! Il est pourtant, le croirait-on, un service que les mouvements sismiques ont rendu. Ils ont permis de connaître, sans aucuns frais de sondage, la profondeur des diverses parties de l'océan Pacifique, et voici de quelle façon.

Quand un tremblement de terre prend naissance au pied de la chaîne des Andes, il se propage d'abord jusqu'à la côte, puis gagne l'océan Pacifique, où l'ébranlement fait naître une *vague*

de translation. Ce n'est pas seulement une ride superficielle, c'est un véritable mouvement vibratoire qui agite, sur son passage, tout l'ensemble de la masse océanique à travers laquelle il se transmet régulièrement, et cela (chose curieuse en apparence, mais conforme à la théorie) avec une vitesse moindre que dans un terrain solide. Mais le calcul indique que, dans une masse d'eau, la vitesse de transmission de l'onde est liée, d'une façon nécessaire, à la profondeur de la masse ébranlée. Si donc la profondeur varie, la vitesse variera aussi.

Imaginons donc cette onde partant de la côte du Pérou pour arriver à l'Australie (et même jusqu'au Japon), après avoir touché successivement les îles de la Polynésie. Si, sur son parcours, on a soin de noter exactement l'heure d'arrivée de la vague sur chaque île, en comparant les différences avec les espaces parcourus, on connaîtra les variations de la vitesse et, par suite, celles de la profondeur. Appliquée, en 1868, au tremblement de terre d'Arica, cette méthode a donné des résultats très concordants avec ceux des sondages ultérieurement exécutés. Pour le dire en passant, la vague n'avait mis que seize heures pour venir d'Arica aux îles Samoa ou des Navigateurs, c'est-à-dire pour franchir une distance de 11 000 kilomètres. C'est juste le même temps qu'emploie la marée pour ce trajet.

Nous n'irons pas jusqu'à prétendre que ce résultat bienfaisant doive entrer le moins du monde en compensation des ruines dont les mouvements sismiques se sont rendus coupables. Il était bon de le mentionner pour montrer qu'il n'est guère de catastrophe dont la science ne puisse tirer un profit, parfois bien inattendu. Mais les tremblements de terre n'en demeurent pas moins la menace la plus terrible qui puisse peser sur l'humanité, et leur rôle principal semble être de démontrer, mieux que tout autre événement, la fragilité des choses humaines, en déconcertant les prévisions en apparence les mieux assises. Je ne sais si à ces heures d'effroi, où les animaux se troublent, où toute la nature frémit, où les œuvres de l'homme s'écroulent avec fracas, il peut se trouver encore des cœurs assez fermes et, surtout, assez inaccessibles à la surprise, pour répéter la fameuse parole : *Impavidum ferient ruinæ*. Mais, si j'en crois ceux qui ont passé par ces angoisses, il est une autre pensée qui doit venir plus naturellement à l'esprit : c'est celle qu'exprime le *Quantus tremor est futurus* de la terrible prose des morts, inséparable de l'idée du juge qui va demander compte à chacun de ses actes !

A. de Lapparent.

VERTÉBRÉS.

Le bouclier dorsal de Polacanthus (1). — On sait que les Dinosauriens, ces curieux et presque toujours gigantesques Reptiles éteints des temps secondaires, se divisent en deux groupes : les Carnivores (exemple : Mégalosaure) et les Herbivores (exemple : Iguanodon). Ceux-ci, à leur tour, se partagent en trois ordres : les Sauropodes, dont les pattes rappellent plus ou moins celles des lézards actuels ; les Ornithopodes, dont les membres postérieurs ressemblent à ceux des oiseaux; et les Stégosauriens, couverts d'une armure dermique.

Jusqu'à présent, ce qu'on savait de cette armure dermique nous la montrait (chez *Stegosaurus*, par exemple) comme composée de plaques isolées de grandeur variable et d'épines. M. Hulke vient de découvrir que, chez *Polacanthus,* animal du même groupe, il y avait un grand bouclier dorsal rappelant en quelque sorte la carapace de certaines tortues comme *Sphargis.*

La formation des monstres doubles (2). — La question de la formation des monstres doubles, bien qu'elle ne soit pas encore complètement résolue, par suite de la difficulté très grande du sujet, a fait cependant, dans ces dernières années, des progrès considérables (travaux de Ahlfeld, de Dareste, de Gerlach, de Rauber, etc.). Nous savons aujourd'hui que les monstres doubles se produisent toujours sur une cicatricule unique.

Certains types de la monstruosité double résultent de l'union et de la fusion plus ou moins complète de deux corps embryonnaires produits sur la cicatricule. Ce fait est parfaitement évident pour les Céphalopages et les Métopages, dans lesquels l'union se fait uniquement par les têtes. Il l'était beaucoup moins pour les monstres sycéphaliens (Janiceps, Iniopes, Synotes) et pour les Déradelphes. Et cependant, là aussi, M. Dareste a pu suivre, dans un grand nombre de cas, la manière dont s'opère la fusion complète des deux corps embryonnaires primitivement isolés.

(1) J. W. Hulke. *Supplementary Note on* Polacanthus Foxii, *describing the Dorsal and some parts of the Endoskeleton imperfectly known in 1881.* Proc. Roy. Soc. London 1887, vol. XLII, n° 251, p. 16.

(2) C. Dareste. *Nouvelles recherches sur le mode de formation des monstres doubles.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. 1887, vol. CIV, n° 10 (7 mars), p. 715.

Mais il est des monstres doubles auxquels ces explications ne s'appliquent point : ce sont les monstres désignés sous le nom de *monstres par union latérale.* Ces monstres ne sont que partiellement doubles, tantôt antérieurement, tantôt postérieurement, et parfois, mais plus rarement, antérieurement et postérieurement, avec l'unité de la région médiane. Ils sont très rares chez les Oiseaux, mais se produisent au contraire assez fréquemment dans les Poissons, à la suite des fécondations artificielles. M. Dareste croit que les monstres en question apparaissent d'emblée sur le blastoderme, avec tous les faits d'organisation qui les caractérisent, et qu'ils contiennent en eux-mêmes, dès leur origine, le principe de leur évolution tératologique.

L'éminent naturaliste français pense que la fécondation joue un rôle considérable dans la production des monstres doubles. Peut-être faut-il chercher l'explication de ce rôle dans les observations de MM. Hertwig, Fol, Selenka et É. Van Beneden, sur les modifications qu'éprouve le spermatozoïde lorsqu'il a pénétré dans l'ovule et sur la formation du noyau mâle. Dans l'état normal, un seul spermatozoïde doit intervenir. La pénétration de deux spermatozoïdes dans l'ovule déterminerait la formation de deux noyaux mâles. Ces deux noyaux seraient-ils l'origine des deux foyers de formation embryonnaire, le point de départ d'un monstre double? c'est ce que l'avenir nous apprendra.

La nourriture de la sardine (1). — La diminution du nombre des sardines sur la côte bretonne depuis cinq ans, la crise industrielle qui en résulte et dont l'Administration de la marine française se préoccupe actuellement à juste titre, donnent un réel intérêt à tout ce qui touche les conditions d'existence d'une espèce animale encore peu connue malgré son importance économique.

A Concarneau, l'estomac de sardines prises le 17 juin 1882 renfermait uniquement des Copépodes appartenant aux espèces les plus grandes des mers d'Europe : *Pleuromma armata,* Boeck, et *Calanus finmarchicus,* Gunner. Ce sont de petits crustacés de haute mer, que l'on rencontre parfois au large en quantités considérables, mais qui ne se montrent jamais en grand nombre à proximité du rivage. Lorsqu'ils s'y présentent en abondance exceptionnelle, ils constituent un appât qui paraît

(1) G. Pouchet et J. de Guerne. *Sur la nourriture de la Sardine.* Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. 1887, vol. CIV, n° 10 (7 mars), p. 712.

correspondre à celui qui semble attirer le Hareng d'été sur les côtes de Norvège.

En juillet, août, septembre, toujours dans les parages de Concarneau, on observa : des Copépodes, des œufs de petits Crustacés, des soies d'Annélides, des enveloppes d'Infusoires de la famille des *Tintinnodea,* des spicules de Radiolaires et quelques débris d'origine végétale. La sardine ne préfère en aucune façon les matières animales, et il peut même arriver que sa nourriture soit exclusivement composée de végétaux microscopiques (Diatomées).

A la Corogne, on trouva également des Copépodes, des embryons de Gastropodes et des quantités considérables de Péridiniens; il y avait au moins *vingt millions* de ces derniers dans chaque sardine.

La sardine paraît d'ordinaire exempte de parasites; on y a cependant rencontré récemment un Trématode (dans l'estomac).

Tatou gigantesque du miocène du Kansas (1). — Le musée de l'Université du Kansas, à Lawrence, renferme une portion de l'armure dermique d'un tatou appartenant probablement à la famille des *Glyptodontidæ* et provenant de la " Loup Fork formation „. Ce tatou est nouveau; M. Cope lui a appliqué le nom de *Caryoderma snovianum.* Il est caractérisé par ce fait : qu'une portion de la carapace est représentée par des noyaux osseux qui ne se rejoignent pas. En outre, les plaques de la queue sont séparées et non synostosées comme chez *Dædicurus.*

La découverte de cet animal dans le miocène du Kansas est intéressante à plusieurs titres. Et d'abord, c'est la première fois que le groupe d'Édentés auquel il appartient a été signalé au nord du Mexique. Ensuite, comme étant plus ancien que les *Glyptodontidæ* des Pampas de l'Amérique du Sud, *Caryoderma* peut jouer le rôle d'ancêtre. Enfin, le caractère rudimentaire de certaines portions de sa carapace montre que cette dernière était en voie de formation, ce qui est bien d'accord avec l'âge géologique.

Un nouveau genre de Placodermes (2). — C'est une chose bien connue que le seul orifice de la portion crânienne des Poissons placodermes du Vieux Grès Rouge, *Pterichthys* et *Bothrio-*

(1) E. D. Cope. *A Giant Armadillo from the Miocene of Kansas.* AMERICAN NATURALIST. December 1886, p. 1044.

(2) E. D. Cope. *An interesting connecting genus of Chordata.* AMERICAN NATURALIST. December 1886, p. 1027.

lepis, est impair et médian; il est placé transversalement de façon à occuper l'espace couvert par les orbites et la région interorbitaire de ces Vertébrés, qui ont les yeux supérieurs et très rapprochés. Chez *Cephalaspis*, qu'on a aussi supposé être un Poisson, il y a deux orbites dans le bouclier crânien. D'autre part, on a trouvé, dans l'orifice médian de *Bothriolepis*, une valve osseuse entièrement libre; on a regardé celle-ci comme homologue de la partie interorbitaire de *Cephalaspis*, et les orifices restants à droite et à gauche comme correspondant aux orbites du même Poisson. M. Cope est opposé à cette interprétation. Il considère l'orifice unique de *Pterichthys* et de *Bothriolepis* comme homologue du sac nasal des lamproies, ainsi que de la bouche des Tuniciers et des Invertébrés en général. Ce caractère, joint à l'absence de mâchoire inférieure, nécessiterait qu'on rangeât ces deux genres parmi les Marsipobranches ou parmi les Tuniciers. A cause de la ressemblance de la carapace avec celle de *Chelyosoma* et de la similitude des bras latéraux avec ce qu'on voit dans *Appendicularia*, le célèbre naturaliste de Philadelphie a penché pour la deuxième opinion.

Aujourd'hui, M. Cope, après quelques considérations générales, décrit un nouveau genre de Placodermes sous le nom de *Mycterops*. La particularité caractéristique de cette forme consiste en ce qu'elle combine la présence d'orbites paires semblables à celles de *Cephalaspis* avec un orifice médian situé entre elles dans la position de celui de *Bothriolepis*. Et cet orifice médian est, à son tour, divisé en deux parties égales par un étroit septum longitudinal médian. Cette structure rend probable que l'orifice impair médian des *Pterichthyidæ* représente à la fois les narines et les orbites qui ne se seraient séparées que plus tard.

Enfin, M. Cope donne la classification suivante des *Chordata* (animaux à corde dorsale, comprenant les Vertébrés et les Tuniciers) inférieurs.

A. Classe : TUNICATA.

Ordre : Antiarcha. Anus postérieur; bouche et narines présentes?

1. Famille : *Bothriolepidæ*. Plus de queue.
2. Famille : *Pterichthyidæ*. Une queue.

B. Classe : AGNATHA. Pas de mâchoire inférieure, ni de ceinture scapulaire.

I. Sous-classe : Arhina. Pas de narines.

Famille : *Cephalaspidæ.*

II. Sous-classe : MONORHINA. Narine impaire.

1. Ordre : *Hyperoarti* (Myxine).
2. Ordre : *Hyperotreti* (Lamproie).

III. Sous-classe : DIPLORHINA. Deux narines.

Famille *Mycteropidæ.* Bouclier céphalique et ventral.

C. Classe : POISSONS.

Le genre Ptychodus (1). — Le genre *Ptychodus*, à cause de l'état d'isolement où on rencontre toujours ses dents, a été, jusqu'ici, mal compris par les naturalistes. Agassiz le rapportait aux *Cestraciontidæ* (représentés aujourd'hui par le requin de Port-Jackson) et sir Richard Owen conserva cette interprétation. Cependant, le professeur Cope exprima depuis l'opinion que cette relation avec les *Cestraciontidæ* n'était qu'apparente. C'est ce que vient démontrer aujourd'hui M. Smith Wowdward, qui fait voir que *Ptychodus* n'est pas un *requin,* mais une véritable *raie*, voisine des *Myliobatidæ.*

Monophylétisme et Polyphylétisme (2).— Les partisans de la théorie de l'évolution admettent habituellement,pour des êtres de structure voisine, une origine commune. M. Vogt, se basant sur le développement paléontologique, parallèle et indépendant, des chevaux en Europe et en Amérique, croit que, le plus souvent, les animaux à structure très semblable ont une origine au contraire fort différente et qu'ils n'ont été amenés au point où nous les voyons que par un phénomène de convergence. En d'autres termes, au lieu de devoir se rapprocher de plus en plus quand on remonte la série des âges géologiques, on les trouverait s'écartant toujours davantage.

Dromatherium et Microconodon (3). — Les Mammifères secondaires sont si rares que toute connaissance nouvelle les concernant doit être considérée comme précieuse.C'est pourquoi nous saisissons avec empressement l'occasion qui se présente à

(1) A. Smith Woodward. *On the Dentition and Affinities of the Selachian Genus Ptychodus,* Agassiz. GEOLOGICAL MAGAZINE. Février 1887, p. 90.

(2) C.Vogt. *Quelques hérésies darwinistes.* REVUE SCIENTIFIQUE. 1886, 3e série, t. XXXVIII, n° 16, p. 481.

(3) H. F. Osborn. *Observations upon the Upper Triassie Mammals, Dromatherium and Microconodon.* PROC. ACAD. NAT. SC. PHILADELPHIA. 1887,p. 359.

nous d'entretenir les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* de ces intéressants et minuscules animaux.

En 1857, le professeur Emmons décrivit des portions de trois petites mâchoires de Mammifères, provenant du trias supérieur de la Caroline du Nord et sur lesquelles il fonda le genre nouveau *Dromatherium*. Le spécimen-type est maintenant dans le musée géologique de Williams College. Un autre échantillon se trouve dans la collection de l'Academy of natural sciences, à Philadelphie. M. Osborn n'a pu savoir ce qu'était devenu le troisième; mais, grâce à l'obligeance du professeur S. F. Clarke, de Williams College, il a pu étudier le spécimen-type dont il vient d'être question. Ce spécimen, quoique légèrement endommagé par l'enlèvement de la gangue, est d'une conservation magnifique et donne la dentition complète de la mâchoire inférieure, à l'exception des couronnes de deux molaires. En le comparant à celui de l'Académie, M. Osborn est arrivé à ce résultat intéressant que le genre *Dromatherium* comprenait, en réalité, deux genres distincts et qu'Emmons avait composé le dessin qu'il a publié avec deux mâchoires totalement différentes, sans s'en apercevoir. Il propose de conserver à l'un des genres le nom de *Dromatherium* et de donner à l'autre celui de *Microconodon*.

Les personnes qui sont familières avec les ouvrages de sir Richard Owen et du professeur O. C. Marsh sur les Mammifères mésozoïques savent qu'il n'existe pas de distinction tranchée entre les molaires de ces animaux; que la distinction entre les molaires et les prémolaires repose uniquement sur la forme; que nous ne savons rien sur la dentition permanente et la dentition de lait, sauf peut-être chez *Triconodon*. On admet que, si les dents postérieures à la canine ne sont pas toutes semblables, la série de celles identiques qui la suivent sont des prémolaires; celles situées après sont alors des molaires. Cette règle a été appliquée à tous les genres, sauf *Phascolotherium* et *Diplocynodon*, dans lesquels toutes les dents postcanines sont pratiquement semblables.

Cela posé, voici maintenant les caractères du genre *Dromatherium*, Emmons. Les incisives et les canines sont dressées. Les molaires et les prémolaires sont dissemblables. La série de ces dernières est compacte, laissant un large diastème entre elles et la canine. Les prémolaires sont hautes, styloïdes, penchées en avant, sans collet et probablement à une seule racine. Les molaires sont biradiculées, avec une couronne haute et pointue, ayant des cuspides (quelquefois bifides) sur les bords antérieur

et postérieur. La formule dentaire est : incisives : $\frac{?}{3}$, canines $\frac{?}{1}$, Pm. $\frac{?}{3}$, M. $\frac{?}{7}$.

La mandibule du *Dromatherium* offre, en section, un contour arrondi. Elle est marquée, sur sa face interne, d'une profonde gouttière mylohyoïdienne, s'élargissant postérieurement en une large fosse ptérygoïde. Le bord supérieur s'élève, en arrière des molaires, pour former l'apophyse coronoïde. Le condyle semble avoir été placé à mi-chemin entre cette apophyse et l'angle de la mâchoire inférieure, comme chez *Amblotherium*.

Le caractère tout à fait unique de la dentition sépare largement *Dromatherium* de tout genre vivant ou fossile.

Passons, à présent, au genre *Micronodon*, Osborn. Chez cet animal, il existe un large diastème entre la canine et la première prémolaire. Celles-ci sont différentes des molaires. De plus, les prémolaires sont de simples cônes dressés, avec un collet très net, et biradiculés. Les molaires sont à deux racines, avec de larges couronnes, se composant d'un grand cuspide médian et de deux cuspides accessoires, l'un antérieur et l'autre postérieur. Il y a un collet en arrière.

Le rameau de la mandibule a environ les deux tiers de celui de *Dromatherium*. Il y existe une dépression au-dessous des prémolaires; mais, comme elle est trop peu profonde pour être la gouttière mylohyoïdienne, M. Osborn croit que la mâchoire, encore retenue dans la gangue, est vue par la face externe. L'apophyse coronoïde aurait été basse et arrondie. La moitié postérieure du bord inférieur de la mandibule montre une apophyse dirigée vers le bas, qui ressemble à ce qu'on voit dans *Peramus;* la surface de cette apophyse porte une fosse peu profonde.

Microconodon jouissait d'une puissance de mastication notablement inférieure à celle de *Dromatherium*.

Les molaires du premier rappellent celles d'*Amphitherium*, mais les couronnes y sont plus hautes et les cuspides, au lieu de partir de la base, sont attachés sur le cuspide principal lui-même.

La simplicité des prémolaires sépare *Microconodon* du genre *Amphitherium*.

Gestation des Tatous (1). — Un très remarquable mode de

(1) Von Jhering. *Ueber* Generationswechsel *bei Säugetieren*. Sitzungsber. d. Berlin. Akad. 1885; Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiologie. 1886; Biologisches Centralblatt. 1886; American Naturalist. 1887.

gestation utérine a été récemment décrit, par M. von Jhering, dans un tatou du Brésil *(Praopus hybridus)*. Quoique la notice publiée par ce naturaliste soit très courte et d'un caractère évidemment préliminaire, ses conclusions sont nouvelles et d'un grand intérêt, en ce sens qu'elles indiquent, chez les Mammifères, un mode de développement rappelant la parthénogenèse.

Les indigènes avaient dit au savant allemand que la femelle du tatou ne met bas, dans chaque portée, que des jeunes d'un seul sexe; M. von Jhering put se convaincre, par l'observation directe, que cette affirmation était exacte. Mais il vit, de plus, que tous les fœtus d'une même portée étaient enveloppés dans un chorion commun (on sait que, lorsque deux jumeaux humains sont enfermés dans un même chorion, ils sont toujours du même sexe) et que, bien que le placenta de chaque fœtus fût discoïdal, l'ensemble des placentas était disposé de manière à former un placenta zonaire composé. Il en conclut que tous les jeunes d'une portée sont le produit de la fécondation d'un seul œuf.

M. von Jhering fit aussi des observations sur le développement des griffes, qui prouvent une fois de plus que l'ontogénie répète la phylogénie.

Enfin, notre auteur donne la classification suivante des principaux modes de reproduction :

I. *Hologénie.* De l'œuf fécondé prend naissance un seul individu, avec ou sans métamorphoses.

II. *Mérogénie.* De l'œuf fécondé prennent naissance deux ou plusieurs individus :

1. Qui deviennent identiques à la mère, comme structure et comme mode de reproduction : *Temnogenèse* (Tatous).

2. Qui deviennent différents de la mère, ou fournissent une série de générations variant dans leur mode de développement (générations alternantes, *Métagenèse)* :

α. *Calycogenèse* (Salpes, Méduses).

β. *Pédogenèse* (Cécidomyes).

γ. *Hétérogenèse*, dans laquelle : ou les deux générations sont reproduites sexuellement; ou l'une d'elles l'est parthénogenétiquement.

Le type spécial de reproduction appelé temnogenèse par M. von Jhering et caractéristique de *Praopus hybridus* amène à cette conclusion paradoxale : *que la mère peut devenir la grand' mère de son propre enfant,* en vertu de la séparation de l'ovule en

un certain nombre de germes, qui donnent naissance à autant d'individus du même sexe. Ce serait exactement la même chose pour les jumeaux humains enveloppés dans un chorion unique. Ces recherches sont intimement liées à l'étude de l'origine des monstres doubles, dont se sont spécialement occupés Lereboullet, Dareste, Fol, Kleinenberg, Rauber et Ryder.

La couleur des yeux comme caractère sexuel chez Cistudo carolina (1). Les personnes, dit M. Davis, qui ont eu l'occasion d'examiner un certain nombre de spécimens de *Cistudo Carolina* doivent avoir remarqué que quelques individus possèdent des yeux d'un rouge brillant; d'autres, au contraire, les ont bruns, ou même gris. Les premiers appartiennent aux mâles et les autres aux femelles.

Les Leptocéphales. — Contrairement au savant ichtyologiste du British Museum, le Dr Albert Günther, qui voit en eux des larves dont le développement a été modifié de façon qu'elles ne puissent arriver à l'état adulte, M. Yves Delage pense qu'ils constituent un stade normal que traversent certains Poissons avant d'atteindre leur limite de croissance.

Mammifères de l'Amérique centrale. — Il y en aurait 181 espèces, non compris les Cétacés : cinquante-deux Cheiroptères, soixante Rongeurs et onze Primates.

Marmottes vivantes et fossiles (2). — Dans ce travail, M. Nehring arrive notamment à la conclusion que les Marmottes qui vécurent à l'époque quaternaire dans les provinces rhénanes n'avaient pas le canal entépicondylien d'une manière aussi constante que les marmottes actuelles; il y aurait eu une sorte de perfectionnement des fossiles aux vivants.

Je regrette de ne pouvoir partager cette opinion. En effet, le canal entépicondylien est une disposition primitive (car elle est commune aux Mammifères et aux Reptiles). Si donc les Marmottes quaternaires l'avaient perdu, il est peu probable qu'il se serait formé à nouveau. Je serais plutôt porté à croire que les formes quaternaires sans canal sont des types spécialisés éteints

(1) W. T. Davis. *Color of the Eyes a Sexual Characteristic in Cistudo carolina.* American Naturalist. Janvier 1887, p. 88.

(2) Nehring. *Ueber fossile Arctomys-Reste vom Süd-Ural und von Rhein.* Sitzungs-Bericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 18 janvier 1887.

sans laisser de descendance, à moins qu'il ne s'agisse de variations individuelles.

M. Nehring, qui me fait l'honneur de mentionner ma *Première note sur le Simœdosaurien d'Erquelinnes*, où je me suis occupé du canal en question, trouve que j'ai été trop affirmatif sur la présence du canal chez *Arctomys*, sur son absence chez *Ursus*, et que ce que j'ai dit de *Trichechus* est inexact. Comme je n'ai eu à traiter des Mammifères que par comparaison, j'ai extrait tous mes renseignements les concernant d'un mémoire étendu de M. le professeur W. Gruber sur le sujet qui nous occupe, mémoire que j'ai cité d'ailleurs, en lieu convenable, dans mon travail. Je repasse donc au savant russe les observations de son confrère de Berlin, attendu qu'elles ne me concernent pas.

Galesaurus (1). — Sir Richard Owen pense que ce curieux petit Reptile triasique du sud de l'Afrique se rapprochait beaucoup des Mammifères, spécialement par la dentition.

M. H. G. Seeley et R. Lydekker croient, au contraire, qu'il n'en est rien et que ces prétendues affinités reposent sur des apparences, en quoi je suis tout à fait de leur avis.

Les Cétacés du crag de Suffolk (2). — Les Cétacés fossiles du crag de Suffolk ont déjà fait l'objet de plusieurs mémoires, quoiqu'ils n'aient pas encore été traités monographiquement. Parmi les travaux les plus importants, il faut citer ceux : de sir R. Owen (1843 et 1846) (Cétacés à fanons et d'autres de la famille du Cachalot) ; du professeur Ray Lankester (1864) (Dauphins); du professeur Huxley (1864) (espèces de la famille du Cachalot) ; puis de sir Richard Owen, de nouveau (1870) (id.); puis du professeur Ray Lankester (id.); enfin du prof. Flower (1884) (Cétacés à fanons).

Aujourd'hui, M. Lydekker, après des études et des comparaisons étendues, vient nous donner la liste de ces Cétacés. La voici réduite aux genres :

I. Balænidæ. (Cétacés à fanons) : *Balæna*, *Megaptera*, *Balænoptera*, *Cetotherium*, *Herpetocetus*.

II. Physeteridæ. (Animaux de la famille du Cachalot) : *Eucetus*, *Homocetus*, *Balænodon*, *Physodon*, *Hoplocetus*, *Hyperoodon*, *Choneziphius*, *Mesoplodon*.

(1) R. Owen. *On the Skull and Dentition of a Triassic Saurian* (Galesaurus planiceps, *Ow.*). Quart. Journ. Geol. Soc. London. 1887, pp. 1 – 6 et Pl. I.

(2) R. Lydekker. *The Cetacea of the Suffolk crag.* Quart. Journ. Geol. Soc. London. 1887, pp. 7-18 et Pl. II.

III. Squalodontidæ : *Squalodon.*
IV. Delphinidæ (Dauphins) : *Orca, Globicephalus.*

Fœtus arlequin (1). — Dans cet intéressant travail, M. Sutton décrit une affection très rare et très intéressante qui s'observe parfois dans le fœtus humain; comme ce sujet se rattache plutôt à la médecine, je me serais abstenu d'en parler si on ne rencontrait aussi des cas semblables chez les animaux, les veaux par exemple.

Cette affection (ichtyose congénitale), dont le nom vulgaire donne une idée très exacte, consiste en ce que la surface du corps ressemble à un véritable habit d'arlequin, étant à la fois divisée en une multitude de champs polygonaux, et bariolée grâce à la différence de couleur de ces champs et de leurs limites.

M. Sutton est convaincu qu'elle provient d'une activité exagérée des glandes sébacées, qui, pendant le quatrième et le cinquième mois de la vie intra-utérine, sont, d'une manière normale, exceptionnellement actives. La sécrétion de ces glandes, mêlée aux produits de la desquammation de l'épiderme constitue d'ordinaire le *smegma embryonum* ou *vernix caseosa;* dans l'ichtyose congénitale, ce vernix caseosa, au lieu d'être rejeté dans le liquide de l'ammios, adhérerait solidement à la surface du corps et produirait l'apparence d'arlequin, en se combinant peut-être à une inflammation du derme.

Que l'épaississement anormal de la peau est bien dû au vernix caseosa, c'est une chose qui reçoit une confirmation de ce fait que l'affection est surtout accentuée là où la sécrétion est le plus abondamment formée : sur le cuir chevelu, les oreilles, le tronc, particulièrement à la face antérieure, les aisselles, les flancs et dans le voisinage des organes génitaux externes.

Le spécimen décrit dans le mémoire de M. Sutton est actuellement au Collège des chirurgiens, à Londres.

Nature et Morphologie des Ligaments (2). — Dans ma dernière revue des Vertébrés, j'ai eu l'occasion de parler des ligaments ossifiés des Iguanodons. Depuis lors, j'ai reçu de M. le professeur J. Bland Sutton, le savant anatomiste de

(1) J. B. Sutton. *A case of general Seborrhæa or " Harlequin „ fœtus,* Medico-chirurgical Transactions, vol. LXIX, 5 p. et 1 pl., col. 1886.

(2) J. B. Sutton. *Ligaments; their nature and morphology.* Londres, 1887. 8°. 107 p. et 39 fig. d. le texte.

Middlesex Hospital (Londres), un joli petit livre qui va me permettre de traiter des ligaments à un point de vue général.

De même que la terre, dit M. Sutton dans l'introduction de son ouvrage, reçoit et transforme en la même poussière les restes des rois, des philosophes et des paysans, de même la nature cache, sous forme de tissu fibreux, des organes qui, au point de vue histologique, occupaient autrefois un rang de beaucoup supérieur à celui de ligament qu'ils revêtent aujourd'hui, déguisant ainsi leur état antérieur et leur vraie signification, réduits qu'ils sont à un rôle vraiment subalterne.

Des problèmes morphologiques du plus haut intérêt peuvent s'élever à propos d'une simple bande de tissu fibreux, alors que, dans son voisinage, abonderont des ligaments d'une valeur physiologique considérable, mais de peu d'importance pour l'anatomiste.

D'autre part, dans l'immense quantité des ligaments, il faut bien choisir, à moins de vouloir écrire un traité complet de Syndesmologie : se borner à ceux d'une " noble „ origine et poursuivre l'histoire de leur décadence, tel est le but que s'est proposé M. Sutton. Car les ligaments les plus importants du corps dérivent d'os, de cartilages ou de muscles. Examinons-en quelques-uns avec le naturaliste anglais.

I. *Ligaments dérivant de muscles.* — Les muscles peuvent donner naissance à des ligaments par *régression* ou par *migration.*

Dans le premier cas, le muscle entier, voyant la proportion de tissu contractile qu'il renferme diminuer, se transforme peu à peu en tissu fibreux et devient ligament. C'est ce qui se passe pour la membrane interosseuse de l'avant-bras chez l'homme et la plupart des Mammifères, membrane qui existe, à l'état de muscle, chez les Reptiles et le Wombat.

Dans le second cas, un ou plusieurs tendons du muscle se séparent sous forme de ligaments et le muscle prend de nouvelles insertions ou origines. C'est ce qui arrive avec le ligament rond. Chacun sait que ce ligament, chez l'homme, prend naissance sur le bord inférieur de la cavité cotyloïde, sur l'échancrure cotyloïdienne et sur le ligament transverse de la cavité cotyloïdienne, puis va se fixer sur la tête du fémur. Cependant, chez une jeune autruche, M. Sutton le vit en continuité parfaite avec le *M. ambiens* (homologue du *M. pectineus* (pectiné) de l'homme et des Mammifères) vis-à-vis duquel il jouait le rôle de tendon d'origine.

II. *Ligaments dérivant d'os.* — Telle est la clavicule des Carnivores sur presque toute son étendue, tel le ligament stylo-hyoïdien de l'anatomie humaine.

La nature de cet article ne comporte malheureusement pas un examen plus détaillé de l'excellent ouvrage de M. Sutton, qui, outre ses résultats originaux, aura, comme le dit l'auteur, l'avantage de montrer aux étudiants que les ligaments ne constituent pas un sujet stérile, mais au contraire fécond en résultats importants pour la morphologie.

En terminant, j'appellerai l'attention sur un point qui me paraît avoir une application paléontologique aux Dinosauriens. On sait quelle explication j'ai donnée du quatrième trochanter de ces animaux : ce serait une apophyse puissante destinée à l'insertion du muscle caudo-fémoral. Une seule objection sérieuse a, jusqu'à présent, été faite à cette interprétation. Elle est due à un naturaliste distingué, M. le professeur B. Vetter, de Dresde, auquel j'en suis profondément reconnaissant. La voici : Il existe des Dinosauriens avec quatrième trochanter pendant, c'est-à-dire qu'au lieu d'avoir la forme d'une simple crête, il offre l'aspect d'un crochet dirigé vers les os du second segment du membre postérieur. M. Vetter se demande, dès lors, si le quatrième trochanter n'était pas plutôt l'origine d'un muscle s'insérant sur la jambe que l'insertion d'un muscle prenant son origine sur la queue. Or, si on se reporte à la fig. 15 (p. 44) de M. Sutton, on voit que, outre l'insertion du muscle caudo-fémoral sur le fémur (et spécialement sur le quatrième trochanter, suivant moi, pour les Dinosauriens), il existe, partant de ce muscle, un long tendon (que je proposerai d'appeler *tendon de Sutton),* allant s'insérer au cartilage interarticulaire de l'articulation du genou. Les Dinosauriens à quatrième trochanter pendant auraient eu le tendon de Sutton attaché à l'extrémité dudit trochanter et au jumeau externe; ce qui expliquerait sa forme, car les apophyses se développent toujours dans le sens des tractions qu'elles subissent.

L. Dollo.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CIV, janvier, février et mars 1887.

N° 1. **Loewy** vient d'imaginer une nouvelle méthode pour déterminer la constante de l'aberration ; cette méthode, basée sur l'observation simultanée de deux belles étoiles voisines, est à l'abri de toutes les causes habituelles d'erreurs, provenant de la précession, de la nutation, de la réfraction des instruments. (Voir aussi n°s 8, 9, 10). **Folie** : L'existence de la nutation diurne entraîne des conséquences importantes pour la géologie, l'astronomie et la géodésie. Comme elle ne peut se concilier qu'avec l'existence d'une croûte solide relativement mince, et dont le mouvement serait plus ou moins indépendant de celui du noyau sphéroïdal, elle prouve d'une manière indubitable la fluidité intérieure du globe. On doit corriger de la nutation diurne les observations diurnes d'étoiles, surtout des circumpolaires, reviser la valeur des constantes fondamentales, corriger les parallaxes. Probablement l'axe de rotation de la terre est incessamment variable et avec lui toutes les latitudes astronomiques ; il en est de même de la direction de la verticale, si, par suite des marées internes du globe, la direction de la pesanteur est incessamment variable. **Balbiani** : Des faits semblables à ceux que M. Maupas a communiqués à l'Académie, relativement à la Leucophre, sont connus depuis longtemps. (**Maupas**, n° 5, conteste cette analogie.) **Fontannes,** qui vient de mourir à l'âge de 42 ans, a prouvé l'existence de couches pliocènes jusque dans le Lyonnais vers le nord. La mer pliocène s'étendait, en un golfe profond, ou fjord, de 400 kilomètres de longueur, depuis la Méditerranée jusqu'à Vienne où elle était considérablement rétrécie.

N° 2. **Oppolzer**, astronome, né en 1840, est mort le 26 décembre 1886. On lui doit un remarquable *Traité de la détermination*

des orbites des planètes et des comètes (traduit en français par M. Pasquier, professeur à l'université de Louvain), un Rapport magistral sur le pendule et ses applications et un grand nombre d'autres travaux. **F. de Lesseps** : Il vient de se former en Tunisie, là où l'on avait établi un puits artésien, un petit lac par éboulement du sol, comme s'il existait une nappe d'eau souterraine d'une étendue considérable. **Vaillant:** La faune abyssale de l'Atlantique a un grand nombre d'espèces communes avec celle de la Méditerranée. Elle semble d'ailleurs avoir, pour la terre entière, une grande homogénéité.

N° 3. **Becquerel** distingue, dans les cristaux chimiquement purs, trois directions principales d'absorption de la lumière. Les cristaux contenant plus d'une substance peuvent être distingués des autres en ce qu'ils ne présentent pas ce caractère. **Ph. Gilbert** détermine, par l'analyse, les expressions de l'accélération d'un système invariable en mouvement sous une forme qui lui fournit maints théorèmes intéressants, particulièrement sur l'axe de Mozzi (axe instantané de rotation et de glissement).

N° 4. **Vulpian** : Avant l'emploi de la méthode Pasteur, il y avait au moins 16 morts sur 100 cas de morsure par les chiens enragés, 88 sur 100 cas de morsure par des loups enragés; depuis l'emploi de cette méthode, le nombre des morts est 13 ou 14 fois moindre, dans l'un et l'autre cas; la méthode intensive a même sauvé tous ceux qui y ont été soumis. **Berthelot** a fait, en vase clos, de nouvelles expériences, qui prouvent d'une manière définitive, que la fixation de l'azote par la terre végétale, par l'intermédiaire de microorganismes, se fait même en dehors de toute végétation. **Ranvier** est élu membre de l'Académie. **Phisalix**, en étudiant un embryon humain de trente-deux jours, a prouvé que les paires crâniennes sont construites d'après un type absolument comparable aux paires rachidiennes. **Mairet** et **Combemale** : Le méthylal est un agent hypnotique, faiblement toxique. **Issel** (voir aussi n° 5) : Les vallées de presque tous les cours d'eau de la Ligurie occidentale se continuent dans des vallées sous-marines à peu près de même direction; cela semble prouver qu'un affaissement de la Ligurie, postérieur à la dernière phase du creusement de ces vallées (affaissement de 900 mètres environ), a eu lieu à la fin de l'époque messinienne. **Rolland** donne une notice sur l'Oued Rir' (capitale Tougourt) dans le Sud algérien, où l'on est parvenu à créer, au moyen de puits artésiens, cinq oasis nouvelles dans une vallée de 130 kilomètres, sous laquelle se trouve une riche nappe aquifère souterraine.

N° 5. **Berthelot** a analysé divers objets provenant de l'ancienne Chaldée ; il signale une tablette en carbonate de magnésie pur et cristallisé ; un fragment de vase de Tello en antimoine ; une figure votive en cuivre pur extrêmement ancienne, ce qui semble prouver l'existence d'un âge du cuivre antérieur à celui du bronze. L'étain nécessaire pour fabriquer le bronze dans l'antiquité devait venir de l'Europe barbare ou de la Chine et de l'archipel de la Sonde, à moins que des mines d'étain ne se trouvassent, comme le dit Strabon, au sud de Hérat, où elles sont peut-être encore exploitées. **Poincaré** est nommé membre de l'Académie. **J. C. Houzeau** a indiqué, dès 1871, le principe d'une méthode de détermination de la constante de l'aberration, identique à celle de M. Loewy (**Loewy**, dans les n°s 7 et 11, soutient qu'il n'y a pas identité; **Houzeau**, dans le n° 9, maintient son assertion). **Duclaux** : La lumière peut produire, outre les combustions que produit la chaleur, des réactions qu'elle seule semble capable de réaliser ; ces réactions sont des dislocations, en éléments plus simples, des molécules soumises à l'action de la lumière. **Rummo** et **Ferrannini** : Le pouls cérébral est le plus faible, dans le sommeil normal pendant sa seconde phase, de une à quatre heures du matin, quand le sommeil est le plus profond.

N° 6. **Weiher** a fait des expériences au moyen de tourbillons aériens artificiels où il y a aspiration de haut en bas au centre du tourbillon (voir aussi n° 8).

N° 7. **Faye** : Les trombes diffèrent des tourbillons artificiels de M. Weiher en ce qu'elles ont une forme parfaitement définie et que l'air est entraîné de haut en bas. **Paul** et **Prosper Henry** viennent de trouver, par la photographie, une nouvelle nébuleuse dans la constellation d'Orion. **Aucoc** : Le premier chemin de fer français, celui de Saint-Étienne à Lyon, a été ouvert le 1er octobre 1828 ; le transport des voyageurs y a été organisé en juillet 1832 ; la même année la locomotive a été employée pour la traction. **Bureau** fait connaître le mode de formation des Bilobites striés, qui ne sont que des moulages naturels de pistes d'animaux. **Villemin** est parvenu, dans un cas de diabète aigu, à arrêter la production de sucre, par l'action de la belladone et de l'opium associés. **M. d'Ocagne** donne une expression remarquable du terme général d'une série récurrente dans le cas où ce terme est, par définition, la somme d'un nombre fixe de termes précédents. **Laborde** : S'il y a chez les décapités persistance de la vie consciente, c'est seulement pendant un temps

extrêmement court. (N° 9: **Hayem** et **Barbier** font leurs réserves sur certaines expériences de M. Laborde ; réplique de celui-ci au n° 11.) **Viallanes** : Il y a similitude de constitution chez les Crustacés et les Insectes. **Moniez** : Il existe des mâles, chez les *Lecanium hesperidum*, mais on les trouve, aveugles et sans ailes, bien constitués au point de vue sexuel, à l'intérieur de la femelle, et c'est là probablement qu'a lieu la fécondation des œufs ; il ne semble donc pas que la parthénogenèse réelle existe dans cette espèce.

N° 8. **Mascart**, sans admettre l'opinion, attribuée aux météorologistes par M. Faye, que les trombes peuvent aspirer l'eau comme par une trompe d'éléphant gigantesque, croit néanmoins que sa théorie des cyclones ne peut expliquer la composante centripète du vent dans les tourbillons, le centre étant supposé le point correspondant au minimum de pression. **Faye** (n°s 9 et 10) : Les météorologistes admettent la théorie de l'aspiration ; le centre des cyclones a été déterminé surtout par la recherche du point de rencontre des normales aux directions du vent : la déviation centripète du vent dans les cyclones arrivés dans les hautes latitudes est d'accord avec la théorie de M. Faye. **Chatin** : La flore des Alpes n'est pas formée de colonies venues de la Scandinavie ; elle est autochtone ; la florule montagnarde de Paris est aussi aborigène ; la plupart des plantes actuelles de l'Europe, surtout les corolliflores, sont quaternaires. Il y a eu pour les végétaux pluralité et successivité de centres de création. **P. Mansion** : L'expression du reste dans la formule de Gauss donnée dans les *Comptes rendus* de 1886 est contenue implicitement dans une expression plus générale due à M. Markoff. La formule d'interpolation de M. Hermite peut se déduire de celle de Newton complétée par un reste exprimé par une intégrale curviligne.

N° 9. **Andouard** : Il est défectueux, dans les engrais chimiques, d'associer les nitrates aux superphosphates. Lente ou vive, la décomposition est certaine, si le mélange est intime. On ne peut la retarder qu'en employant le nitrate en fragments volumineux, c'est-à-dire dans un état préjudiciable à sa bonne répartition dans le sol. **Aimé Girard** : Les cultivateurs peuvent efficacement lutter contre l'invasion des nématodes de la betterave, sans recourir au procédé dispendieux des plantes pièges, en traitant à mort, par le sulfure de carbone, les taches nématodées aussitôt qu'ils en auront constaté la production. **Rolland** : La configuration et le relief du sol sont restés sensiblement les

mêmes, depuis les temps historiques, en Tunisie centrale. **Reilly**: Les principaux gisements d'étain (à l'exception de ceux du Mexique et de la Bolivie) sont sur un même grand cercle dit *axe de Sumatra*. **L. Petit**: En général, le pétiole a des faisceaux distincts dans les herbes, fusionnés (ou semi-fusionnés) en anneau dans les plantes ligneuses. **Daubrée**: Le tremblement de terre à Nice, du 23 février, s'est manifesté au sismoscope à Washington; la vitesse de transmission semble avoir été de 800 kilomètres par heure.

N° 10. **Berthelot**: L'azote libre n'est pas fixé par les plantes, qui, au contraire, mettent en liberté l'azote combiné; la fixation de l'azote libre de l'atmosphère s'opère par la terre végétale, laquelle est très probablemeut l'intermédiaire principal de la fixation de l'azote libre dans les tissus des êtres supérieurs. La culture intensive affaiblit donc la richesse de la terre, qui s'accroît, au contraire, sous le régime de la végétation spontanée. **Colladon** a vu un tourbillon enlever de menus linges exposés sur le sol. Suivant lui, dans une trombe, il y aurait aspiration à la fois du haut et du bas vers la partie moyenne (**Faye**, n°s 11, 12, fait observer que cette théorie n'explique ni la giration, ni la translation, toujours de même sens, des cyclones). **Arloing**: Les spores du *Bacillus anthracis* sont réellement tuées par la lumière solaire. **G. Pouchet** et **de Guerne**: L'alimentation de la sardine est très variable; son apparition sur les côtes de France ne paraît dépendre de l'abondance d'aucune espèce animale ou végétale, et encore moins de l'arrivée très problématique, sur les côtes d'Europe, de détritus venus d'outre-mer. **Lapparent**: La contraction du rayon terrestre, depuis la formation de l'écorce solide, semble avoir été tout à fait insignifiante.

N° 11. **Fremy** et **Verneuil** sont parvenus à obtenir de petits rubis artificiels. L'alumine, soumise aux émanations du fluorure de calcium calciné à l'air, se trouve minéralisée, perd son état amorphe et se change en une masse cristallisée. **Gaudry**: Le grand âge glaciaire semble antérieur à l'époque de l'*Ursus spelæus*. Il existait simultanément un grand et un petit ours des cavernes, celui-ci extrêmement trapu, puis un grand ours brun, ancêtre sans doute de l'actuel. L'ours des cavernes devait être le moins carnivore des carnivores et, par suite, voisin moins incommode de l'homme qu'il ne paraît au premier abord. **Hayem** et **Barbier**. Le temps pendant lequel il est possible, après décapitation d'animaux, d'entretenir ou de faire réappa-

raître, à l'aide de la transfusion de sang artériel, l'activité des centres corticaux sensitivo-moteurs, est extrêmement court, environ dix secondes. **H. de Parville** signale une corrélation entre les tremblements de terre et la déclinaison de la Lune.

N° 12. **Domingos Freire**, **Gibier** et **C. Rebourgeon** ont atténué la virulence du microbe de la fièvre jaune, et ont employé le virus atténué pour faire des inoculations préventives sur plusieurs milliers d'individus.

N° 13. **Berthelot** et **Recoura** ont perfectionné la méthode de la bombe calorimétrique pour la mesure des chaleurs de combustion des composés organiques. Cette méthode consiste à brûler ces composés instantanément à volume constant, dans l'oxygène comprimé à 24 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique. Trois expérimentateurs distincts, en se servant de cette méthode, sont parvenus à des résultats concordants à un demi-centième près de la quantité mesurée. **Colladon** a obtenu, dans une expérience faite sur un liquide tourbillonnant, à la fois le mouvement d'ascension et le mouvement de descente dont il a parlé dans sa précédente communication. **Rosenhain** est mort le 14 mars. C'est lui qui a trouvé, en même temps que Göpel, les fonctions quadruplement périodiques de deux variables qui donnent l'inversion des intégrales hyperelliptiques du premier ordre. **Rouire** : En Tunisie centrale, sur le territoire de la grande plaine de l'Enfida, qui est le prolongement de l'immense plaine de Kairouan vers la mer, se trouve une des plus remarquables agglomérations de dolmens qui aient jamais été découvertes. Il y en a huit cents environ sur un espace de 250 hectares. On n'y a pas trouvé de silex jusqu'à présent, mais seulement quelques poteries grossières. Les dimensions intérieures des dolmens sont faibles : longueur maxima 1 m 50, largeur, 80 centimètres, hauteur un mètre. **Poncet** a réussi à greffer entre les deux parties du tibia brisé d'un jeune homme de dix-neuf ans, séparées par une distance d'environ quatre centimètres, une moitié de la première phalange du gros orteil d'un adulte, à qui on avait dû amputer la jambe.

P. M.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGT ET UNIÈME VOLUME

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1887.

La figure du globe terrestre, par **M. A. de Lapparent** . 5

La vie au sein des mers et les poissons abyssaux (fin) par **M. L. Dollo** 33

Dissociation et équilibres chimiques, par **M. G. Lemoine** . 65

La question du léporide, par **M. A. Suchetet** 108

La non-universalité du déluge. Réponse aux objections, par **M. l'abbé Ch. Robert** 137

Correspondance. Le nom de la grotte de Spy, par le **Fr. Alexis M. G** 179

Bibliographie. — I. Géologie de Jersey, par le P. Ch. Noury, S. J. **M. A. de Lapparent** 181

II. Stabilité des constructions. Résistance des matériaux, par A. Flamant. **M. M. d'Ocagne** 183

III. Ponts métalliques, par Jean Résal. **M. M. d'Ocagne** . . 188

IV. Les intégraphes, par Br. Abdank-Abakanowicz. **M. M. d'Ocagne.** 195

V. Contes populaires de Lorraine, par Emmanuel Cosquin. **V. B.** 199

VI. La France coloniale, par A. M. G. **X** 204

VII. Les Aztèques, par Lucien Biart. **R. P. Gerste, S. J.** . . 209

VIII. Linguistisch-historische Forschungen zur Handelsgeschichte und Warenkunde, von Dr G. Schrader, erster Teil. **J. G.** . . 246

IX. Ungedruckte wissenschaftliche Correspondenz zwischen Johann Kepler und Herwart von Hohenburg, edirt von C. Anschütz, S. J. **P. M.** 250

X. Langue mandarine du Nord. Guide de la conversation, par le R. P. Séraphin Couvreur, S. J. **J. L.** 251

XI. Du bien au point de vue ontologique et moral, par L. De Lantsheere. **Abbé G. Van den Ghein** 255

Revue des recueils périodiques.

Anthropologie, par **M. A. Arcelin** 259

Physique, par le **R. P. Delsaulx. S. J.** 272

Invertébrés, par **M. A. Buisseret** 289

Vertébrés, par **M. L. Dollo** 300

Chimie minérale, par **M. J.-B. André** 316

Sciences industrielles, par **M. J.-B. André** 322

Ethnographie et linguistique, par **J. G.** 329

Sciences agricoles, par **M. A. Proost** 336
Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . . 346

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1887.

Les agents explosifs, par **M. Aimé Witz.** 353
Les Chéloniens, par **M. l'abbé G. Smets.** 382
La non-universalité du déluge. Réponse aux objections, par **M. l'abbé Ch. Robert** 409
Esquisse géographique de l'Afghanistan, par **M. F. Van Ortroy** 469
Le Hainosaure et les nouveaux Vertébrés fossiles du musée de Bruxelles, par **M. L. Dollo** 504
Entomologie comparée. Les instincts des hyménoptères, par **M. A. Proost** 540
Hittites et Amorites, par **M. L. De Lantsheere** 563
Bibliographie. — I. L'âge et l'homme préhistoriques et ses ustensiles de la station lacustre près de Maestricht, par Casimir Ubaghs. **J. G.** 575
II. Die Herkunft der Arier, von Karl Penka. **J. G.** 577
III. Annuaire pour l'an 1887, publié par le Bureau des longitudes, **J. d'E.** 581
IV. Manuel du trufficulteur, par A. de Bosredon. **C. de K.** . . 586
V. Les grandes écoles de France, par Mortimer d'Ocagne. **I. T. H.** 590
VI. Navigation intérieure. Rivières et canaux, par P. Guillemain. **M. Maurice d'Ocagne** 595
VII. Atlas des missions catholiques, par le R. P. O. Werner, S. J., traduit par M. Valérien Greffier. **Dr Louis Delgeur.** 614
VIII. Exposition universelle d'Anvers. Les produits chimiques et pharmaceutiques, par M. Fr. De Walque. **M. J.-B. André.** 621
IX. Histoire du Cartésianisme en Belgique, par l'abbé G. Monchamp. **Abbé G. Van den Gheyn.** 625
X. Premiers travaux sur l'histoire et les antiquités mexicaines. **R. P. Gerste, S. J.** 629
Revue des recueils périodiques.
Anthropologie, par **M. A. Arcelin** 634
Ethnographie et linguistique, par **J. G.** 643
Chimie, par **M. J.-B. André** 653
Sciences industrielles, par **M. J.-B. André** 660
Mines, par **M. V. Lambiotte** 666
Sismologie, par **M. A. de Lapparent** 670
Vertébrés, par **M. L. Dollo.** 676
Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, **P. M.** . . 689

Bruxelles.— Imprimerie Polleunis, Ceuterick et Lefébure, rue des Ursulines, 35.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

Tome XXI.

ONZIÈME ANNÉE — PREMIÈRE LIVRAISON

20 JANVIER 1887

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

LIVRAISON DU 20 JANVIER 1887.

I. — LA FIGURE DU GLOBE TERRESTRE, par **M. A. de Lapparent**, p. 5.

II. — LA VIE AU SEIN DES MERS ET LES POISSONS ABYSSAUX (fin), par **M. L. Dollo**. p. 33.

III. — DISSOCIATION ET ÉQUILIBRES CHIMIQUES, par **M. G. Lemoine**, p. 65.

IV. — LA QUESTION DU LEPORIDE, par **M. A. Suchetet**, p. 108.

V. — LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE. RÉPONSE AUX OBJECTIONS, par **M. l'abbé Ch. Robert**, p. 137.

VI. — CORRESPONDANCE. Le nom de la grotte de Spy, par **Fr. Alexis M. G.**, p. 179.

VII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Géologie de Jersey, par le P. Ch. Noury, S. J. **M. A. de Lapparent**, p. 181. — II. Stabilité des constructions. Résistance des matériaux, par A. Flamant. **M. M. d'Ocagne**, p. 183. — III. Ponts métalliques, par Jean Résal. **M. M. d'Ocagne**, p. 188. — IV. Les Intégraphes, par Br. Abdank-Abakanowicz. **M. M. d'Ocagne**, p. 195. — V. Contes populaires de Lorraine, par Emmanuel Cosquin. **V. B.**, p. 199. — VI. La France coloniale, par A. M. G. X., p. 204. — VII. Les Aztèques, par Lucien Biart. **R. P. Gerste, S. J.**, p. 209. — VIII. Linguistisch-historische Forschungen zur Handelsgeschichte und Warenkunde, von Dr O., Schrader, Erster Teil. **J. G.**, p. 246. — IX. Ungedruckte wissenschaftliche Correspondenz zwischen Johann Kepler und Herwart von Hohenburg, edirt von C. Anschütz, S. J., **P. M.**, p. 250. — X. Langue mandarine du nord. Guide de la conversation français-anglais-chinois, par le R. P. Séraphin Couvreur, S. J. **J. L.**, p. 251. — XI. Du bien au point de vue ontologique et moral, par Léon De Lantsheere. **Abbé Gabriel Vanden Gheyn**, p. 255.

VIII. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin**, p. 259. — Physique, par le **R. P. Delsaulx, S. J.**, p. 272. — Invertébrés, par **M. A. Buisseret**, p. 289. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 300. — Chimie minérale, par **M. J. B. André**, p. 316. — Sciences industrielles, par **M. J. B. André**, p. 322. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 329. — Sciences agricoles, par **M. A. Proost.**, p. 336.

IX. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, par **P. M.**, p. 346.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les neuf premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. — S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La dixième année sera envoyée dans quelques semaines.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefébure, rue des Ursulines, 35

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath. c. IV.

ONZIÈME ANNÉE — DEUXIÈME LIVRAISON

20 AVRIL 1887

BRUXELLES
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
14, RUE DES URSULINES

1887

LIVRAISON DU 20 AVRIL 1887.

I. — LES AGENTS EXPLOSIFS, par **M. Aimé Witz**, p. 353.

II. — LES CHÉLONIENS, par **M. l'abbé G. Smets**, p. 382.

III. — LA NON-UNIVERSALITÉ DU DÉLUGE. RÉPONSE AUX OBJECTIONS, par **M. l'abbé Ch. Robert**, p. 409.

IV. — ESQUISSE GÉOGRAPHIQUE DE L'AFGHANISTAN, par **M. F. Van Ortroy**, p. 469.

V. — LE HAINOSAURE ET LES NOUVEAUX VERTÉBRÉS FOSSILES DU MUSÉE DE BRUXELLES, par **M. L. Dollo**. p. 504.

VI. — ENTOMOLOGIE COMPARÉE. LES INSTINCTS DES HYMÉNOPTÈRES, par **M. A. Proost**, p. 540.

VII. — HITTITES ET AMORITES, par **M. L. De Lantsheere**, p. 563.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. L'âge et l'homme préhistoriques et ses ustensiles de la station lacustre près de Maestricht, par M. Casimir Ubaghs. **J. G.**, p. 575. — II. Die Herkunft der Arier. Neue Beiträge zur historischen Anthropologie der europäischen Völker, von Karl Penka. **J. G.**, p. 577. — III. Annuaire pour l'an 1887, publié par le Bureau des longitudes. **J. d'E.**, p. 581. — IV. Manuel du trufficulteur, par M. A. de Bosredon. **C. de K.**, p. 586. — V. Les grandes écoles de France, par Mortimer d'Ocagne. **I. T. H.**, p. 590. — VI. Navigation intérieure. Rivières et canaux, par P. Guillemain. **M. Maurice d'Ocagne**, p. 595. — VII. Atlas des missions catholiques, par le R. P. O. Werner, S. J. **Dr Louis Delgeur**, p. 614. — VIII. Exposition universelle d'Anvers 1885. Les produits chimiques et pharmaceutiques, par M. Fr. De Walque. **M. J.-B. André**, p. 621. — IX. Histoire du Cartésianisme en Belgique, par M. l'abbé Georges Monchamp. **Abbé Gabriel Van den Gheyn**, p. 625. — X. Premiers travaux sur l'histoire et les antiquités mexicaines. Codex Ramirez. Tovar. Acosta. **A. Gerste**, S. J., p. 629.

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Anthropologie, par **M. A. Arcelin**, p. 634. — Ethnographie et linguistique, par **J. G.**, p. 643. — Chimie, par **M. J.-B. André**, p. 653. — Sciences industrielles, par **M. J.-B. André**, p. 660. — Mines, par **M. V. Lambiotte**, p. 666. — Sismologie, par **M. A. de Lapparent**, p. 670. — Vertébrés, par **M. L. Dollo**, p. 676.

X. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences; janvier, février et mars 1887. **P. M.**, p. 689.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES

Les neuf premières années sont publiées. Chaque année se vend séparément, prix : 20 francs. -- S'adresser au Secrétariat de la Société scientifique, 14, rue des Ursulines, Bruxelles.

Ces volumes ont été envoyés sans frais à tous les membres qui ont versé leur cotisation annuelle. Les nouveaux membres peuvent se les procurer au prix de 15 francs.

La dixième année sera envoyée dans quelques jours.

CONDITIONS D'ABONNEMENT.

La *Revue des Questions scientifiques* paraît tous les trois mois, depuis janvier 1877, par livraisons de 350 pages environ; elle forme chaque année deux forts volumes in-8°.

Le prix de l'abonnement, payable par anticipation, est de 20 francs par an, pour tous les pays de l'Union postale. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de 25 pour cent.

Le prix de chacune des années 1877 et 1878 est porté à 25 francs. Celui des années suivantes est de 20 francs.

On s'abonne à Bruxelles, au Secrétariat de la Société, 14, rue des Ursulines.

Les abonnés sont invités à s'adresser toujours directement au Secrétaire pour les réclamations, changements et rectifications d'adresse, etc. Les retards et les inexactitudes sont ordinairement le fait des intermédiaires.

Imp. Polleunis, Ceuterick & Lefebure, rue des Ursulines, 35

s 21 1887
1 21-85385
found 10/25/63
63

8vo. black

AMNH LIBRARY
100226221